IX СЪЕЗД ОБЩЕСТВА ФИЗИОЛОГОВ РАСТЕНИЙ

https://congresskazan2019.ofr.su

Всероссийская научная конференция с международным участием

«ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ - ОСНОВА СОЗДАНИЯ РАСТЕНИЙ БУДУЩЕГО»

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Казань, 18–24 сентября 2019 г.

г. Казань
2019

Министерство науки и высшего образования РФ
Российская академия наук
Общество физиологов растений России
Правительство Республики Татарстан
Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН
Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН
Совет по экспериментальной биологии растений РАН

IX Съезд общества физиологов растений России «Физиология растений – основа создания растений будущего»

Казань, 18-24 сентября 2019г.

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Казань
2019

ББК 28.573 я 431
УДК 581.1(06)
Д25

Мероприятие проводится при финансовой поддержке:
Правительства Республики Татарстан
Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-04-20046)
Министерства образования и науки Российской Федерации

Д25 IX Съезд общества физиологов растений России «Физиология растений – основа создания растений будущего» (Казань, 18–24 сентября 2019 г.): тезисы докладов. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 136,67Мб). – Казань: Издательство Казанского университета, 2019.– 533 с. – Систем. требования: Adobe Reader. – Режим доступа: http://ofr.su/assets/files/AbstractCongressKazan2019.pdf. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-00130-204-9

Сборник содержит тезисы докладов, представленных в рамках IX Съезда общества физиологов растений России. Научная программа съезда отражает современный уровень состояния экспериментальной биологии растений, ориентирует ученых на будущие тенденции развития фундаментальной науки и на решение стоящих перед нами глобальных проблем. Эти проблемы в рамках съезда будут рассматриваться на 19 пленарных заседаниях, 21 секционном заседании и стендовой сессии. Помимо этого, будут заслушаны три публичные лекции, 45 флэш-презентаций, проведена школа для молодых ученых, посвященная применению IT-технологий в физиологии растений. Пленарные лекции посвящены рассмотрению целого ряда актуальных научных направлений экспериментальной биологии растений, таких как симбиогенетика и взаимодействие растений с прокариотическими организмами, искусственный фотосинтез как основа альтернативной энергетики, фундаментальные аспекты фиторемедиации, системная биология и биоинформатика, биохимия и молекулярная биология клеточной стенки, липоксигеназный каскад растений, универсальные триггеры стрессорных ответов и природа межорганных сигналов у растений, новые подходы в дендроклиматических исследованиях, светодиодные технологии, селекция растений будущего, эволюция корневых систем и др. На секционных заседаниях будут рассмотрены различные аспекты функционирования растительных систем на разных уровнях их организации от молекулярных механизмов рецепции гормональных и стрессорных сигналов до адаптации экосистем к изменяющемуся климату.

ISBN 978-5-00130-204-9

ББК 28.573 я 431
УДК 581.1(06)

© Издательство Казанского университета, 2019

Организационный комитет

Кузнецов Вл.В.	чл.-корр. РАН	(Москва)	сопредседатель
Синяшин О.Г.	акад. РАН	(Казань)	сопредседатель
Горшкова Т.А.	д.б.н., проф.	(Казань)	сопредседатель
Фазлеева Л.Р.	зам. премьер-министра Республики Татарстан	(Казань)	сопредседатель
Булгаков В.П.	чл.-корр. РАН	(Владивосток)	
Ваганов Е.А.	акад. РАН	(Красноярск)	
Ванюшин Б.Ф.	чл.-корр. РАН	(Москва)	
Власов В.В.	акад. РАН	(Новосибирск)	
Гречкин А.Н.	акад. РАН	(Казань)	
Журавлев Ю.Н.	акад. РАН	(Владивосток)	
Колчанов Н.А.	акад. РАН	(Новосибирск)	
Кочетов А.В.	чл.-корр. РАН, проф. РАН	(Новосибирск)	
Рубин А.Б.	чл.-корр. РАН	(Москва)	
Саляев Р.К.	чл.-корр. РАН	(Иркутск)	
Тарчевский И.А.	акад. РАН	(Казань)	
Титов А.Ф.	чл.-корр. РАН	(Петрозаводск)	
Тихонович И.А.	акад. РАН	(С.-Петербург)	
Шувалов В.А.	акад. РАН	(Пущино)	
Шумный В.К.	акад. РАН	(Новосибирск)	

Дорогие коллеги!

От имени Организационного комитета приветствуем участников и гостей очередного IX Съезда Общества физиологов растений России, Всероссийской научной конференции с международным участием «Физиология растений - основа создания растений будущего» и Школы молодых ученых «IT-технологии в физиологии растений», которые состоятся в Казани с 18 по 24 сентября 2019 г.

Общество физиологов растений призвано содействовать привлечению внимания широкой общественности к достижениям и проблемам нашей науки, расширению и укреплению научных связей, росту популярности физиологии растений и смежных наук среди молодых исследователей. Съезды Общества являются открытыми коммуникационными площадками в области экспериментальной биологии растений, на которых широко обсуждаются наиболее существенные достижения физиологии растений за последние годы, определяются перспективные направления ее развития на ближайшую перспективу и оценивается потенциальный вклад экспериментальной биологии растений в решение важнейших задач, стоящих перед реальными секторами экономики и социальной сферы.

Физиология растений как наука была сформирована в 1800 г. За этот длительный путь своего развития она накопила колоссальный материал об организации, интеграции и регуляции физиологических функций в процессах онтогенеза и адаптации растений к условиям нестабильной среды. Изучение физико-химических основ жизнедеятельности растительных систем позволило физиологии растений стать фундаментальной базой локальной, региональной и глобальной экологии; исследовать биологию растительной клетки in vitro и предложить эффективные клеточные биотехнологии, направленные на получение экологически чистого лекарственного сырья и ценных биологически активных соединений. Без физиологии растений невозможно создать эффективные технологии сохранения биоразнообразия в условиях наступающего на нашей планете шестого этапа массового вымирания видов. Изучение механизмов усвоения и преобразования энергии в процессе фотосинтеза позволит сконструировать искусственные фотосистемы, способные решить проблему обеспечения человечества возобновляемой экологически чистой энергией.

Более 200 лет физиология растений выступает в качестве теоретической и экспериментальной базы эффективного земледелия, являясь фундаментальной основой трех зеленых революций. Актуальность повышения продуктивности основных сельскохозяйственных культур и качества продуктов питания возрастает с каждым годом и определяется тем, что, по данным ООН, свыше 800 млн человек испытывают хронический голод. Численность населения в настоящее время составляет 7,7 млрд человек, в 2050 г. она составит 9,7 млрд. человек, а в 2100 г. – 11,2 млрд., что потребует увеличения производства продуктов питания по меньшей мере на 40-60%. Основная задача физиологов растений будет заключаться в создании высокоэффективных технологий для обеспечения людей качественными продуктами, ценным лекарственным сырьем, биопластмассами, биотопливом и др. Решению этих крупных задач будет способствовать переход физиологии растений на рельсы физико-химической биологии и ее трансформация в молекулярную фи-

зиологию растений. Применение молекулярных технологий позволяет идентифицировать гены, отвечающие за реализацию того или иного признака, и изменять регуляцию экспрессии индивидуальных генов у растений. С этой точки зрения большой интерес представляет современная технология редактирования геномов, в основе которой лежит использование системы CRISPR/Cas9. Молекулярная революция в экспериментальной биологии не изменила общую структуру физиологии растений и характера взаимодействия ее разных областей, а позволила лишь описывать интегральные физиологические процессы на более глубоком молекулярном уровне и лучше регулировать их протекание.

Научная программа съезда отражает современное состояние экспериментальной биологии растений, ориентирует ученых на будущие тенденции развития фундаментальной науки и на решение стоящих перед нами глобальных проблем. Эти вопросы в рамках Съезда будут рассматриваться на 19 пленарных заседаниях, 21 секционном заседании и стендовой сессии. Помимо этого, будут заслушаны три публичные лекции, 45 флэш-презентаций, проведена школа для молодых ученых, посвященная применению IT-технологий в физиологии растений. Пленарные лекции посвящены рассмотрению целого ряда актуальных проблем экспериментальной биологии растений, таких как: симбиогенетика и взаимодействие растений с прокариотическими организмами, искусственный фотосинтез как основа альтернативной энергетики, фундаментальные аспекты фиторемедиации, системная биология и биоинформатика, биохимия и молекулярная биология клеточной стенки, липоксигеназный каскад растений, универсальные триггеры стрессорных ответов и природа межорганных сигналов у растений, новые подходы в дендроклиматических исследованиях, светодиодные технологии, селекция растений будущего, эволюция корневых систем и др. На секционных заседаниях будут рассмотрены самые различные аспекты функционирования растительных систем от молекулярных механизмов рецепции гормональных и стрессорных сигналов до адаптации экосистем к изменяющемуся климату.

В заключение мы хотели бы, дорогие коллеги, поблагодарить вас за участие в данном научном форуме и пожелать вам продуктивной работы, интересных дискуссий, новых научных контактов и незабываемых впечатлений о древней и современной третьей столице России.

Академик РАН,
директор ФИЦ
КазНЦ РАН,
сопредседатель
Оргкомитета,
О.Г. Синяшин

Профессор, председатель Казанского отделения Общества физиологов растений России, сопредседатель Оргкомитета
Т.А. Горшкова

Чл.-корр. РАН,
Президент Общества
физиологов растений
России,сопредседатель
Оргкомитета,
Вл.В. Кузнецов

Выражаем глубокую благодарность за поддержку:

Президенту
Республики Татарстан
Минниханову Р.Н.
и Правительству Республики Татарстан

Министерству образования и науки
Российской Федерации

Российскому фонду фундаментальных
исследований

Академии наук Республики Татарстан

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

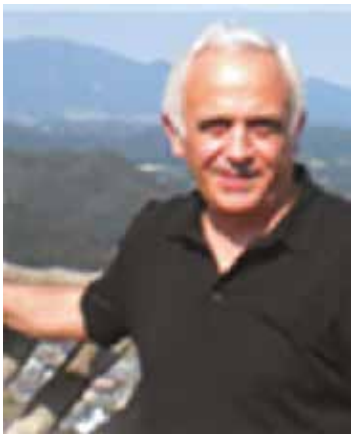
Искусственный фотосинтез как основа альтернативной энергетики

Аллахвердиев С.И.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия,
Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино,
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва,
Московский физикотехнический институт, Долгопрудный,
Институт молекулярной биологии и биотехнологии НАНА, Баку, Азербайджан,
Department of New Biology, Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology (DGIST), Daegu, Republic of Korea

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-9

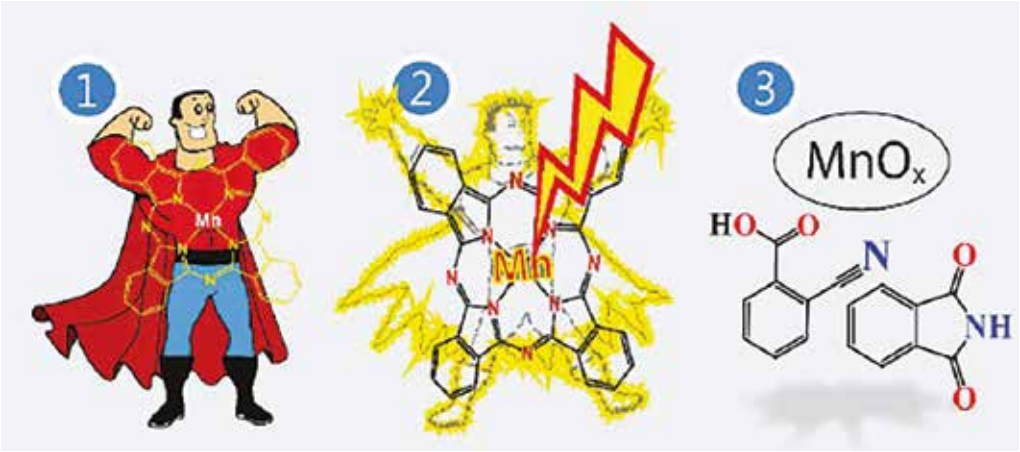
E-mail: suleyman.allakhverdiev@gmail.com



В основе решения проблемы альтернативной энергетики лежат два перспективных направления исследований - разработка преобразователей солнечной энергии в электричество и получение фотоводорода с помощью систем искусственного фотосинтеза. В этой связи нами сконструирована оригинальная установка для исследования функционирования солнечных ячеек (СЯ) на базе фотосинтетических систем в широком диапазоне температур и интенсивностей света. С ее помощью изучено функционирование СЯ с различными компонентами фотосинтетического аппарата растений, способных генерировать фототок. Особое внимание было уделено поиску эффективных катализаторов окисления воды, поскольку такие катализаторы являются ключевыми компонентами СЯ, производящих на свету молекулярный водород из воды. Нами установлено, что самым эффективным катализатором окисления воды в условиях искусственного фотосинтеза является марганецсодержащий комплекс. В современной науке считается, что искусственные системы, имитирующие фотосинтез, являются наиболее многообещающими для промышленного производства молекулярного «фотоводорода» из воды. С помощью различных модификаций фотосистемы I нам удалось создать искусственную систему, способную производить молекулярный водород за счет энергии света.

Возьмите на заметку:

Солнечная энергетика и генерация фотоводорода искусственными системами, имитирующими фотосинтез, перспективная и приоритетная задача современной науки.



Новые возможности автоматизированного гистометрического анализа годичных колец в дендроклиматических исследованиях

Ваганов Е.А., Бабушкина Е.А.

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-10
E-mail: research@sfu-kras.ru

Совершенствование оптических устройств, разработка автоматизированных методов измерений и существенное ускорение обработки результатов оригинальными программными средствами сделали гистометрические измерения (digital wood anatomy) доступными и массовыми. В качестве примеров получены и проанализированы хронологии анатомических характеристик годичных колец основных хвойных пород, произрастающих в дефицитных по увлажнению экосистемах юга Сибири. Измеряемые базовые параметры трахеид (радиальный размер и толщина клеточной стенки) являются источником уникальной климатической информации за короткие интервалы сезона, в течение которых эти элементы годичного кольца формируются. Это открывает новые возможности в дендроклиматологии, физиологии и экологии для количественного анализа климатического отклика древесных растений с высоким временным разрешением.

Дистанционные электрические сигналы в системном ответе растений на действие стрессоров

Воденеев В.А.

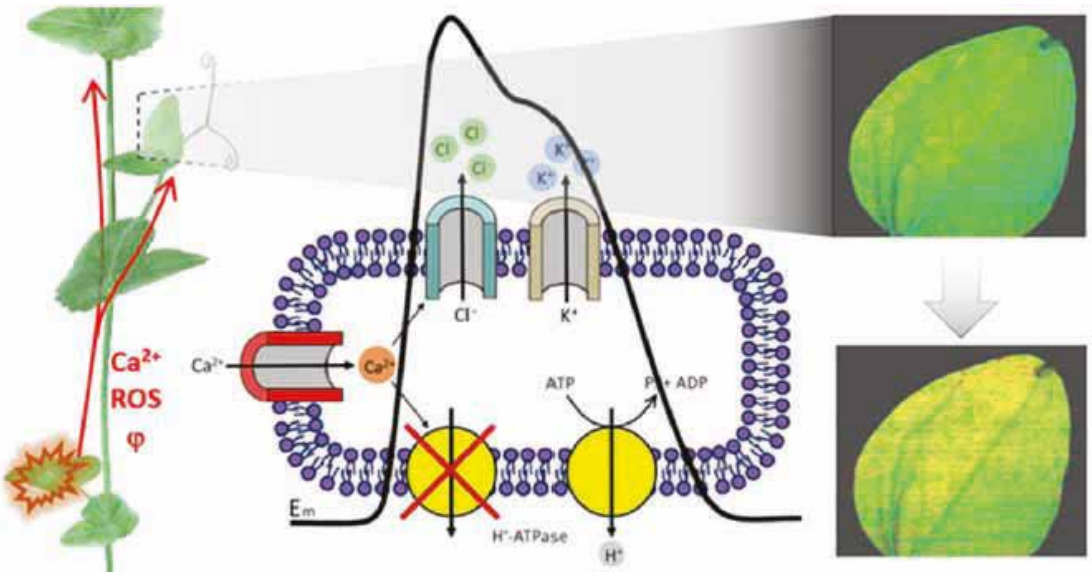
ФГАОУ ВО Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-11
E-mail: v.vodeneev@mail.ru

Растения обладают развитыми сигнальными системами, позволяющими осуществлять координацию молекулярных процессов в ответ на изменения условий окружающей среды. Исследования дальних дистанционных сигналов, обеспечивающих развитие системного ответа, традиционно были сфокусированы, в первую очередь, на фитогормонах, а также на других сигнальных молекулах. В то же время, хорошо известно, что растения способны к генерации и распространению различных типов электрических сигналов в ответ на самые разнообразные раздражители, такие как изменение температуры и освещенности, механические повреждения и др. Дистанционные стрессовые сигналы, вызванные локальным повреждением, по-видимому, представляют собой взаимодействующую совокупность электрической, кальциевой и ROS волн. Распространение стрессового сигнала вызывает изменения концентрации в клетке важнейших вторичных мессенджеров. Такие изменения лежат в основе преобразования электрического сигнала в функциональный ответ. Следствием вызванной стрессовым сигналом модификации функциональной активности является изменение устойчивости растения к действию неблагоприятных факторов.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки (проект №6.3199.2017/ПЧ).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Vodeneev V., Mudrilov M., Akinchits E., Balalaeva I., Sukhov V. Parameters of electrical signals and photosynthetic responses induced by them in pea seedlings depend on the nature of stimulus // Functional Plant Biology. 2018. V.45. P.160-170



Биополитика. Война и мир в растительно-микробном взаимодействии.

Гоголев Ю.В.[1], Гоголева Н.Е.[1], Горшков В.Ю.[1], Коннова Т.А.[1], Исмаилов Т.Т.[1], Белимов А.А.[2]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[2]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра генетики и биотехнологии, ВНИИ Сельскохозяйственной Микробиологии, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-12

E-mail: gogolev.yuri@gmail.com

Использование сигнального кросс-толка в растительно-микробном взаимодействии является распространенным явлением. Не только продукция сигнальных веществ – фитогормонов и ферромонов специфичных партнеров и конкурентов, но так же их перехват и утилизация используются как эффективный инструмент биополитики. В результате длительной адаптации происходит стабилизация сообщества и формируется его информационная среда, которая препятствует интродукции конкурентов, не обладающих соответствующими информационными кодами. Вместе с тем, как показали метагеномные исследования, даже в длительно существующих сообществах значительную долю составляют потенциальные патогены. Роль этой компоненты сообществ в их адаптации требует объяснения. Предполагается, что затраты на поддержание паразитических взаимоотношений окупаются защитой от неспецифических патогенов, которые для аборигенных микроорганизмов являются конкурентами. В качестве возможных механизмов защиты рассматривается выработка репеллентов и включение в систему бактериофагов, для которых специфичные паразитические партнеры являются носителями. При этом, нарушение равновесия может спровоцировать вспышку патогенного инфекционного процесса.

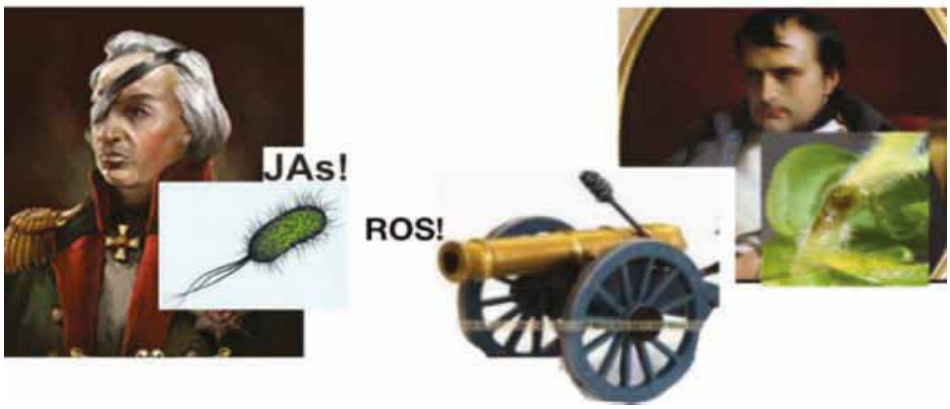
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gorshkov V. et al. Transcriptome profiling helps to identify potential and true molecular switches of stealth to brute force behavior in Pectobacterium atrosepticum during systemic colonization of tobacco plants // Eur J Plant Pathol (2018) doi: 10.1007/s10658-018-1496-6

Gogoleva N.E. et al. Complete genome sequence of the abscisic acid-utilizing strain Novosphingobium sp. P6W // 3 Biotech (2019) 9:94. doi: 10.1007/s13205-019-1625-8

Возьмите на заметку:

Предложена модель растительно-микробного сообщества, включающая специфичную информационную среду и конкурентный патогенный потенциал. В концепции природоподобного земледелия предусматрен переход от растения к растительно-микробному сообществу.



“Эквилибриум” в системе паразит-хозяин: физиологические основы, молекулярные игроки

Горшков В.Ю.[1,2], Петрова О.Е.[1], Парфирова О.И.[1,2], Исламов Б.Р.[1], Гоголева Н.Е.[1,2], Губаев Р.Ф.[1], Даминова А.Г.[1], Воробьев В.Н.[1,2], Церс И.Д.[1,2], Бурыгин Г.Л.[3], Смолобочкин А.В.[4], Гоголев Ю.В.[1,2]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
[2]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,
[3]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов, Россия,
[4]Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-13
E-mail: gvy84@mail.ru

Развитие мягких гнилей, вызываемых пектобактериями, – это результат деструкции паренхимных тканей растений микроорганизмом. При этом большую часть жизненного цикла – бессимптомную стадию – эти бактерии проводят не в паренхиме, а в ксилеме, не вызывая патологий; в таком случае система паразитхозяин находится в состоянии «эквилибриума». Когда микроорганизмы выходят из ксилемы и колонизируют паренхиму, этот эквилибриум нарушается. На основании результатов транскриптомного профилирования патосистем нами были предсказаны молекулярные игроки, поддерживающие либо нарушающие эквилибриум. Для ряда из них была подтверждена/проверена роль в детерминировании сценария становления системы паразит-хозяин. Среди этих участников фитогормоны (этилен, а также жасмоновая и салициловая кислоты), АФК, бактериальные экзополисахариды и низкомолекулярные фосфонаты, растительные и бактериальные ферменты и белки, разрушающие компоненты растительных клеточных стенок и др. Полученные результаты позволяют сформировать общее представление о механизмах поддержания и нарушения эквилибриума в системе паразит-хозяин. Работа поддержана грантами РНФ № 15-14-10022 и 19-14-00194.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gorshkov V.Y. et al. Transcriptome profiling helps to identify potential and true molecular switches of stealth to brute force behavior in Pectobacterium atrosepticum during systemic colonization of tobacco plants. European Journal of Plant Pathology (2018) 152, 957-976. 10.1007/s10658-018-1496-6.

Горшков В.Ю. Бактериозы растений: молекулярные основы формирования растительно-микробных патосистем. Монография. Казань, Изд-во: Сергея Бузукина. 2018. 304 с. ISBN 978-5-905514-36-4.

Возьмите на заметку:

Паразит и растение-хозяин способны ко-развиваться в рамках надорганизменной системы без проявления патологий. Развитие патологий – это результат «разбалансировки» физиологических процессов патогена и растения-хозяина, а не просто инвазии паразита

Создание и использование сложных углеводов: мастер-класс от растений

Горшкова Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-14
E-mail: gorshkova@kibb.knc.ru

Высшие растения – чемпионы по созданию и использованию сложных полисахаридов. Наиболее известны крахмал и целлюлоза, которые человечество использует в течение многих тысячелетий своего существования. Многочисленные попытки химического синтеза этих полимеров до сих пор остаются безуспешными, что логично отправляет нас учиться у растений. Это тем более актуально, что палитра сложных углеводов растений значительно богаче, чем два приведенных варианта. Например, на основе полисахаридов растение формирует сложную надмолекулярную структуру – клеточную стенку, которая во многом определяет особенности биологии растений и служит основным возобновляемым сырьем на планете. Растение создаёт клеточную стенку для реализации многочисленных функций, вовсе не ограничивая её ролью внешнего скелета клетки. При этом использование полисахаридов для формирования и функционирования клеточной стенки основано на том, что принципы строения молекул этих биополимеров, соотнесения их структуры и свойств существенно иные, чем у белков и нуклеиновых кислот, а информационная емкость сложных углеводов многократно выше, чем у ДНК. Берем мастер-класс у растений!

При финансовой поддержке РНФ, проект № 19-14-00361.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gorshkova T. et al. Plant 'muscles': fibers with a tertiary cell wall // New Phytologist (2018) 218:66-72. doi: 10.1111/nph.14997

Gorshkova T. et al. Transcriptome analysis of intrusively growing flax fibers isolated by laser microdissection //Scientific REPORTS (2018) 8:14570. doi: 10.1038/s41598-018-32869-2

Возьмите на заметку:

Функциональная специфичность полисахаридов клеточной стенки основана на их способности к образованию надмолекулярных комплексов. Причем эти «живые» комплексы могут подвергаться модификациям, которые существенно меняют свойства всей клеточной системы.

Новые направления липоксигеназного каскада растений

Гречкин А.Н.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-15
E-mail: grechkin@kibb.knc.ru

Пути окислительного метаболизма полиеновых жирных кислот являются источником биорегуляторов –оксилипинов, участвующих как в регуляции онтогенеза, так и в адаптации растений к стрессам. Ключевыми ферментами липоксигеного каскада являются липоксигеназы. Геномы цветковых растений содержат большое число (до 10 и более) изоформ липоксигеназ, различающихся по специфичности каталитического действия, локализации и особенностям экспрессии. Первичные продукты липоксигеназного окисления, гидроперекиси жирных кислот, являются цитотоксичными продуктами, подверженными быстрым метаболическим превращениям, за которые отвечают, главным образом, ферменты семейства CYP74, неклассические цитохромы P450. Опережающий прогресс геномного секвенирования выявляет всё большее разнообразие ферментов липоксигеназного пути, абсолютное большинство которых остаются неисследованными. Ферменты CYP74, ранее известные только у цветковых растений, обнаружены у зелёных и бурых водорослей, представителей протеобактерий и некоторых животных. В последнее время получено немало интересных данных об особенностях липоксигеназного пути у модельных мхов, печёночников и плаунков. Получены новые данные о механизмах действия ключевых ферментов липоксигеназного пути. С помощью сайт-направленного мутагенеза исследована роль отдельных сайтов в каталитически значимых последовательностях (substrate recognition sites, SRS) в катализе ферментов CYP74. Обнаружены новые направления липоксигеназного пути и новые продукты.

Эволюция корневых систем: от стратегии инициации бокового корня к пластичности ветвления

Демченко К.Н., Кирюшкин А.С., Ильина Е.Л.

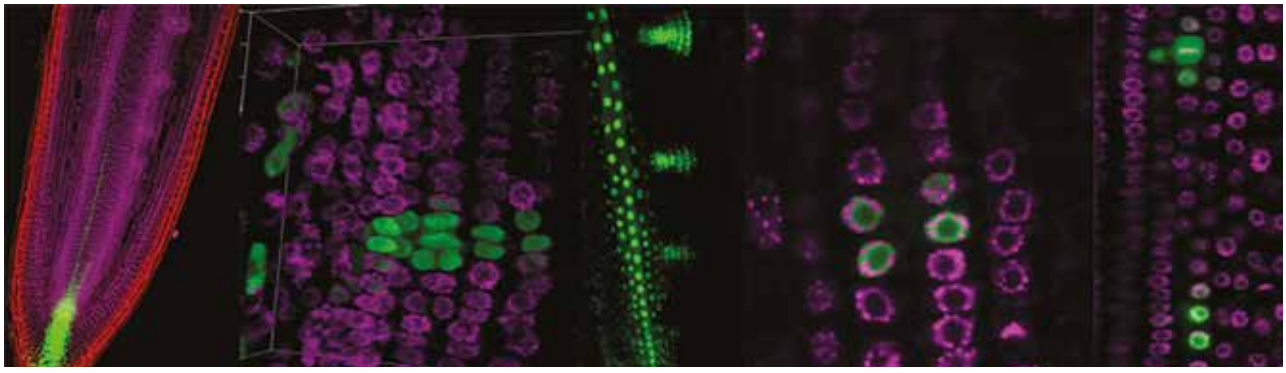
ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-16
E-mail: demchenko@binran.ru

Способность корней наземных растений к ветвлению в разнородной по своему составу почве в значительной степени определила успешность колонизации ими суши. В ходе эволюции развивалась пластичность ветвления корневых систем, появлялись различные формы и стратегии ветвления корня. Предковые формы современных споровых, а также современные Плауновидные, ветвятся только на верхушке корня. Папоротники и семенные растения стали способны к формированию боковых корней в самых различных положениях вдоль продольной оси растения. Несмотря на разнообразие и значительное различие в типах ветвления корневых систем, существует целый ряд общих регуляторных генетических модулей, определяющих компетенцию отдельных клеток корня к инициации примордия. В этом докладе мы рассматриваем возможные пути формирования этих генетических модулей в ходе эволюции семенных растений, а также их становление у предковых форм. Особое внимание уделяется роли ауксина в ветвлении корня, а также малым сигнальным пептидам в формировании системной регуляции этого процесса. Таким образом, мы пытаемся сформировать общую картину того, как наземные растения в ходе эволюции приобрели столь адаптивную пластичность корневой системы.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Kiryushkin A.S. et al. Lateral root initiation in the parental root meristem of cucurbits: Old players in a new position // Frontiers in Plant Science (2019) 10: in press.

2. Ilina E.L. et al. Lateral root initiation and formation within the parental root meristem of Cucurbita pepo: is auxin a key player? // Annals of Botany (2018) 122(5):873–888. doi: 10.1093/aob/mcy052



Системная компьютерная биология и биоинформатика

Колчанов Н.А.

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-17
E-mail: kol@bionet.nsc.ru

В последнее десятилетие в мировой генетике происходит информационный взрыв. Необходимость быстрого и глубокого анализа больших генетических данных для решения научных и практических задач в области живых систем привела к широкому использованию методов биоинформатики, системной компьютерной биологии, искусственного интеллекта и машинного обучения. В докладе рассмотрено применение этих подходов к решению таких задач, как: (а) интеграция, анализ и интерпретация геномных, транскриптомных, протеомных, метаболомных данных; (б) идентификация сайтов связывания транскрипционных факторов в регуляторных районах генов, оценка влияния мутаций в этих регуляторных районах на экспрессию генов; (в) реконструкция генных сетей, выявление молекулярно-генетических механизмов формирования патологий, поиск генов, вносящих максимальный вклад в формирование целевых фенотипических признаков, контролируемых генными сетями; (г) анализ особенностей молекулярной эволюции генных сетей и молекулярно-генетических систем; (д) изучение реконструкция генетических механизмов регуляции морфогенеза растений.

Физиология растений и решение глобальных проблем

Кузнецов Вл.В.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-18
E-mail: vlkuzn@mail.ru

Физиология растений изучает закономерности, механизмы и регуляцию протекания сложных физиологических явлений и процессов и занимает промежуточное положение между общей биологией и физико-химической биологией. Физиология растений – наука фундаментальная, тем не менее, она вовлекается в решение многих глобальных проблем, таких как борьба с голодом и болезнями, сохранение биоразнообразия генофондов редких и исчезающих видов растений, экономное расходование воды, предотвращение последствий неблагоприятных глобальных изменений климата и катастрофического загрязнения окружающей среды, поиск альтернативных источников энергии и др. Физиология растений является теоретической основой интенсивного земледелия; она разрабатывает современные биотехнологии получения изолированных клеток и органов растений - суперпродуцентов важнейших лекарственных соединений; создает уникальные технологии сохранения исчезающих видов; разрабатывает основы создания искусственных фотосинтетических систем для поиска неисчерпаемых альтернативных источников энергии. В докладе обсуждается важная роль физиологии растений в решении стоящих перед человечеством глобальных проблем.

Универсальные триггеры стрессовых ответов у цианобактерий

Лось Д.А., Миронов К.С., Синетова М.А.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-19
E-mail: losda@ippras.ru

Системный анализ стресс-транскриптомов цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC 6803 выявил ряд генов,транскрипция которых индуцируется в ответ практически на все абиотические стрессы. Гены белков теплового шока (БТШ) активируются всеми перечисленными стрессами и представляют собой группу, универсально реагирующую на все изменения окружающей среды. Функции универсальных триггеров стрессовых ответов у цианобактерий могут выполнять активные формы кислорода, в частности – H_2O_2 , а также изменения редокс-потенциала компонентов фотосинтетической ЭТЦ. Двойной мутант *Synechocystis* sp. штамм PCC 6803 (katG/tpx), дефектный по антиоксидантным ферментам каталазе (KatG) и тиоредоксинпероксидазе (Tpx), не может расти в присутствии экзогенного пероксида водорода (H_2O_2) и чрезвычайно чувствителен к низким концентрациям H_2O_2 , особенно, при в условиях низкотемпературного стресса. Показано, что H_2O_2 участвует в регуляции экспрессии генов, отвечающих на снижение температуры окружающей среды, и влияет как на восприятие, так и на передачу сигнала о холодовом стрессе.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

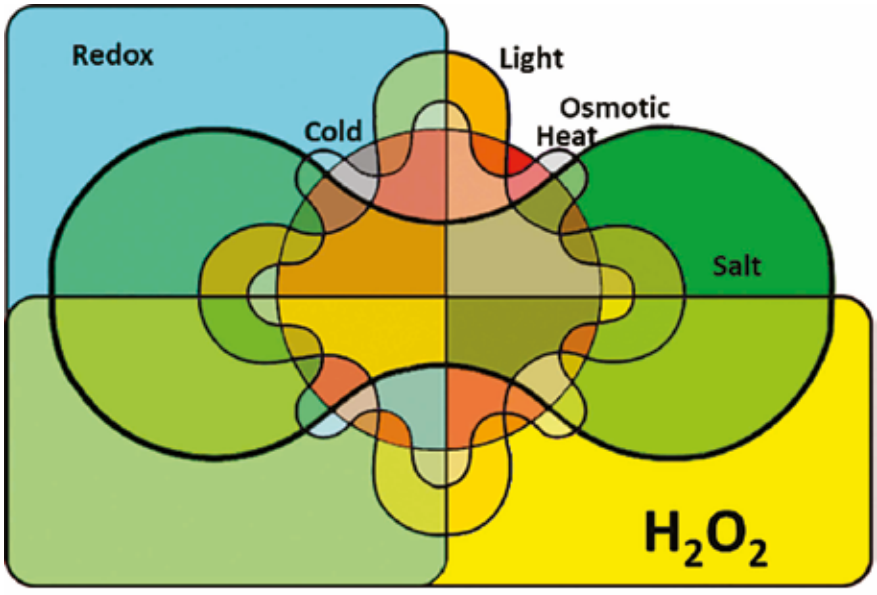
Sinetova M.A., Los D.A. Systemic analysis of transcriptomics of Synechocystis: common stress genes and their universal triggers // Mol. BioSys. (2016) 12: 3254–3258.

Sinetova M.A., Los D.A. New insights in cyanobacterial cold stress responses: Genes, sensors, and molecular triggers // BBA Gen. Subj. (2016) 1860: 2391–2403.

Feduraev et al. Hydrogen peroxide participates in perception and transduction of cold stress signal in Synechocystis //Plant Cell Physiol. (2018) 59: 1255–1264.

Возьмите на заметку:

Универсальным триггером стрессовых ответов у цианобактерий является H_2O_2.



Космическое растениеводство – новый вызов для физиологии растений 21 века

Медведев С.С.[1], Пожванов Г.А.[1], Чанцева В.В.[1], Романова А.С.[1], Илинг К.[2], Билова Т.Е.[1], Шарова Е.И.[1], Фролов А.А.[3], Смоликова Г.Н.[1]

[1]Кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Департамент фармацевтической химии и биоаналитики, Институт фармации, Мартин-Лютер университет Галле-Виттенберг, Галле/Заале, Германия,
[3]Кафедра биохимии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-20
E-mail: s.medvedev.spb@spbu.ru

Гравитационная (космическая) биология приобретает все более важную роль в связи с освоением космического пространства. При этом решение проблемы жизнеобеспечения человека в космосе невозможно без растений, которые являются источником не только пищи, но и кислорода. Фундаментальная задача космического растениеводства состоит в изучении влияния изменений силы тяжести и ее вектора на развитие растений. Парадоксально, но это проще сделать в земных условиях, чем на МКС, поскольку там на растения влияют космическая радиация, повышенное содержание этилена и CO_2. Поэтому внимание исследователей вновь обращено на клиностаты, которые путем непрерывного вращения растений вокруг нескольких осей позволяют имитировать эффекты микрогравитации на Земле. В нашей группе изучается влияние рандомизации вектора силы тяжести (путем гравистимуляции и 3D-клиностатирования) на развитие растений арабидопсиса и рапса. Используются различные методические подходы: морфофизиологический, биохимический, гистохимический, протеомный и метаболомный. В докладе будет проведен анализ накопленных данных и обсуждены проблемы и перспективы развития современного космического растениеводства.

Грант РФФИ № 17-04-00862.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Frolov A.A. et al. The effect of simulated microgravity on the Brassica napus seedling proteome // Functional Plant Biology (2018) 45(4): 440-452.

Пожванов Г.А. и др. Этилен-зависимые изменения метаболитных профилей проростков Arabidopsis thaliana при гравитропической реакции // Физиология растений (2017) 64(6): С. 446-460.

Медведев С.С. Механизмы формирования и физиологическая роль полярности в растениях (обзор) // Физиология растений (2012) 59(4): 543-556.

Возьмите на заметку:

Понимание механизмов ориентации растений относительно вектора силы тяжести позволит предложить эффективные технологии растениеводства на орбитальных космических станциях, других планетах и при длительных полетах человека в космосе.

Утолщение растительных клеточных стенок: сценарии и режиссура

Мокшина Н.Е.[1], Горшков О.В.[1], Митсуда Н.[2], Горшкова Т.А.[1]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
[2]AIST, Цукуба, Япония
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-21
E-mail: natalali@list.ru

Основная биомасса нашей планеты сосредоточена в утолщенных клеточных стенках сосудов и волокон растений, механизмы развития и функционирования которых могли бы лечь в основу остросюжетного фильма. Быстрые темпы развития генной инженерии позволили установить сеть факторов транскрипции, “режиссеров” биосинтеза основных компонентов клеточных стенок. При этом наиболее известной является плеяда режиссеров, работающая с биосинтезом вторичной клеточной стенки; трансформации растений различными комбинациями факторов породили картины, в которых фигурируют клеточные стенки с “заданным” составом, а в этом случае можно говорить о новых сценариях. Однако по-прежнему остаются в тени режиссеры третичной клеточной стенки, которая отличается высоким содержанием целлюлозы, отсутствием ксилана и лигнина. В докладе будут представлены рецензии на классические картины с участием факторов транскрипции, вовлеченных в биосинтез вторичных клеточных стенок, некоторые модельные системы для установления функций факторов транскрипции, а также используемые нами подходы для идентификации факторов транскрипции, вовлеченных в биосинтез третичных клеточных стенок. При частичной финансовой поддержке РНФ №17-76-20049.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

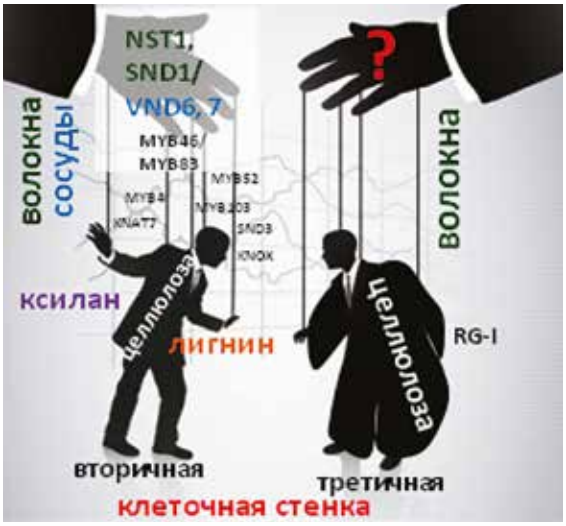
Gorshkova T. et al. Plant “muscles”: fibers with a tertiary cell wall // New Phytologist (2018) 218: 66-72. doi: 10.1111/nph.14997

Gorshkov O. et al. Transcriptome portrait of cellulose-enriched flax fibers at advanced stage of specialization // Plant Molecular Biology (2017) 93(4-5): 431-449.

Gorshkov O. et al. Phloem fibers as motors of gravitropic behaviour of flax plants: level of transcriptome // Functional Plant Biology (2017) doi:10.1071/FP16348

Возьмите на заметку:

Сценарии формирования утолщенных клеточных стенок реализуются за счет работы разных сетей факторов транскрипции, модуляция экспрессии которых в результате генно-инженерных работ приводит к появлению растений с “заданным” составом клеточных стенок.



Роль низкомолекулярных хелаторов в транспорте и накоплении металлов в растениях

Серегин И.В., Кожевникова А.Д.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-22
E-mail: ilya_seregin@mail.ru

Важной задачей экологической физиологии растений является изучение механизмов, определяющих избирательное накопление металлов в корнях исключателей и побегах гипераккумуляторов. Способность к накоплению металлов неоднократно возникала в процессе эволюции. Разные виды и экотипы гипераккумуляторов могут различаться по способности накапливать металлы и по устойчивости к их токсическому действию, что может быть связано с их эволюцией на разных типах почв. Устойчивость к металлам и способность к гипераккумуляции находятся под независимым генетическим контролем, а гены, их определяющие, не являются видоспецифичными, а скорее по-разному экспрессируются у гипераккумуляторов и исключателей. Высокая устойчивость и способность к гипераккумуляции определяется высокой эффективностью механизмов детоксикации металлов, составляющей которых является связывание металлов с хелаторами: гистидином, никотианамином и мугеиновой кислотой. В докладе будут рассмотрены строение и свойства этих хелаторов, пути их биосинтеза, а также их роль в детоксикации, транспорте и механизмах гипераккумуляции у растений. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Гранта РФФИ № 19-04-00369.

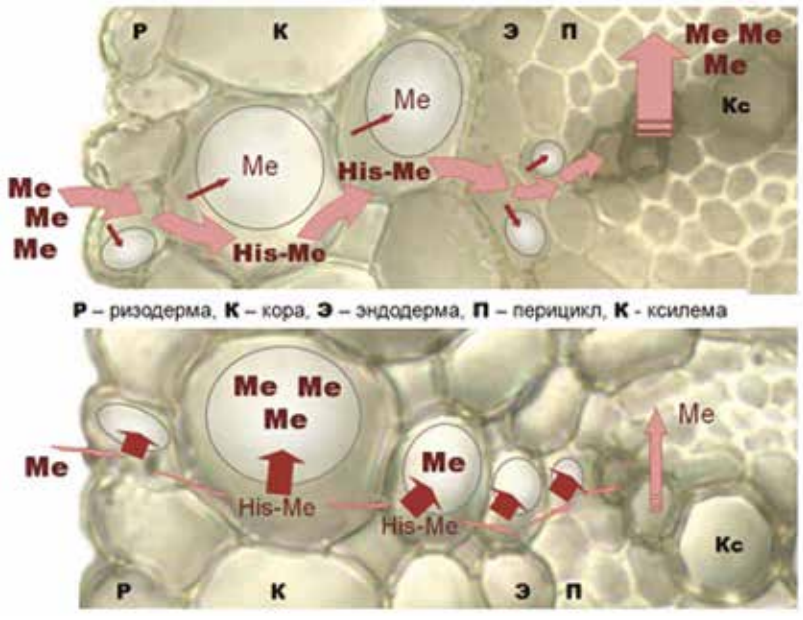
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kozhevnikova A.D. et al. Histidine-mediated xylem loading of zinc is a species-wide character in Noccaea caerulescens // New Phytologist (2014) 203: 508-519. doi: 10.1111/nph.12816

Серегин И.В. и др. Сравнительный анализ влияния L-гистидина на поступление никеля в побеги различных видов рода Alyssum // Физиология растений (2019) 66: 151-155. doi: 10.1134/S001533031902012X

Возьмите на заметку:

Низкомолекулярные хелаторы (гистидин, никотианамин) играют важную роль в транспорте металлов и механизмах, определяющих феномен гипераккумуляции у растений



Светодиодные технологии: Революция в фотобиологии и светокультуре растений?

Тараканов И.Г.

ФГБО ВО "Российский аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-23
E-mail: ivatar@yandex.ru

Светодиодные облучатели являются одним из первых и наиболее ярких примеров успешной коммерциализации прорывных нанотехнологий. Они обладают неоспоримыми преимуществами при светокультуре растений в системах интенсивного культивирования. Главным достоинством облучателей этого поколения являются открывающиеся уникальные возможности перехода к эффективной оптимизации световых режимов культивирования (прежде всего – спектрального состава света), широкого модулирования параметров светового режима в течение суточного цикла и онтогенеза в целом и эффективным использованием механизмов тонкой фоторегуляции физиологических процессов в растениях. Возможность оптимизации спектральных характеристик этих облучателей позволяет не только обеспечить высокую продуктивность культуры, но и направленно влиять на качество продукции, в частности, добиться существенного снижения накопления нитратов в зеленных культурах, а также стимулировать биосинтез целевых продуктов вторичного метаболизма. В докладе приводятся разнообразные примеры использования светодиодных облучателей в фундаментальных фотобиологических исследованиях и в наукоемких растениеводческих технологиях.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Berkovich Yu.A., Konovalova I.O., Smolyanina S.O., Erokhin A.N., Avercheva O.V., Bassarskaya E.M., Kochetova G.V., Zhigalova T.V., Yakovleva O.S., Tarakanov I.G. LED crop illumination inside space greenhouses. REACH Reviews in Human Space Exploration, 2017, v. 6, p. 11-24

Возьмите на заметку:

Манипуляции со спектрами на платформе для фотобиологических исследований "Люмитест" и разнообразие ответных реакций у растений, относящихся к разным жизненным формам.

Эксперименты по изучению никтинастических движений листьев.

Молекулярные основы симбиогенетики

Тихонович И.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, Санкт-Петербургский Федеральный университет, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-24

E-mail: ARRIAM2008@yandex.ru

Стабильное развитие все возрастающего населения настоятельно требует увеличения производства сельскохозяйственной продукции, по крайней мере, на треть, что в значительной мере зависит от обеспечения растений достаточным количеством минерального азота – одного из основных факторов увеличения экологического риска. Многие бобовые растения могут удовлетворять свои потребности в азоте путем симбиоза с клубеньковыми бактериями, связывающими атмосферный азот и в виде аммония поставляющими его растениям, делая тем самым их независимыми от минеральных удобрений. Этот процесс происходит в клубеньках – специализированных новообразованиях, в которых бактерии на основе тонкой регуляции обеспечиваются необходимым углеродом и кислородом, что позволяет им проводить азотфиксацию наиболее эффективным путем (1–3).

Таким образом, растения и бактерии за счет функциональной интеграции генов партнеров создают суперорганизм, комбинированный генотип которого есть предмет изучения симбиогенетики; задача ее – развитие принципов классического генетического анализа индивидуальных организмов для понимания наследования признаков, находящихся под полигенным контролем (1, 3). Фундаментальные аспекты растительно-микробного взаимодействия и возможности использования этих знаний на практике более подробно будут рассмотрены в докладе.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Проворов Н.А., Воробьев Н.И., Генетические основы эволюции растительно-микробного симбиоза. / под ред. И.А. Тихоновича. – СПб.: Информ-Навигатор, 2012. – 400 с.

2. Проворов Н.А., Тихонович И.А., Андронов Е.Е. и др. Генетические основы эволюции бактерий-симбионтов растений. / под ред. Н.А. Проворова и И.А. Тихоновича. – СПб: Информ-Навигатор, 2016. – 240 с.

3. Проворов Н.А., Тихонович И.А., Воробьев Н.И. Симбиоз и симбиогенез. – СПб: Информ-Навигатор, С.-Петербург, 2018 – 464 с.

Safely valves for photosynthesis in lichens

Beckett R.P

School of Life Sciences, University of KwaZulu-Natal, Scottsville, South Africa
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-25
E-mail: rpbeckett@gmail.com

Lichens are classic desiccation tolerant or "poikilohydric" organisms. A particular problem for lichens is that they retain chlorophyll during desiccation, and therefore continue to absorb light. Continued light absorption while carbon fixation is inhibited by desiccation can result in the production of reactive oxygen species (ROS). The first line of defence is to dissipate excess energy as heat, which occurs in various ways, including the classical xanthophyll cycle. Continued stress will overwhelm thermal dissipation, and lichens need to possess excellent ROS scavenging systems. Nevertheless, eventually "photoinhibition" can occur. The "PSII repair cycle", occurring in chloroplasts and in cyanobacteria, involves degrading and re-synthesizing the D1 protein, a key component of photosystem II. In addition to these biochemical methods of photoprotection, lichen mycobionts respond to high light by synthesizing cortical sun-screening secondary metabolites. They screen solar radiation by absorptance (e.g. parietin or vulpinic acid) or by reflectance (atranorin). In some lichens, high light induces the synthesis of dark brown melanic pigments which also screen high light.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Mafole T.C. et al. Tolerance to photoinhibition within a lichen species higher in melanised thalli // Photosynthetica (2019) 57: 96-102. https://doi.org/10.32615/ps.2019.008.

Mafole T.C. et al. Melanisation in the old forest lichen Lobaria pulmonaria (L) Hoffm. reduces the efficiency of photosynthesis // Fungal Ecology (2017) 29: 103-110. DOI: 10.1016/j.funbio.2017.03.005

How cell wall structure, mechanics and extensibility relate to the plant cell growth

Cosgrove D.J.

The Pennsylvania State University 208 Mueller Laboratory/Department of Biology, University Park, PA 16802, USA
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-26
E-mail: dCosgrove@PSU.EDU

How cell wall elasticity, plasticity, and time-dependent extension (creep) relate to one another, to cell wall structure and to plant cell growth remain unsettled topics. I will describe recent work that uses atomic force microscopy, enzymes and comparisons of four biomechanical assays to examine these issues. Driselase, a potent cocktail of walldegrading enzymes, removed cellulose microfibrils in superficial lamellae sequentially, layer-by-layer, and softened the wall (reduced its mechanical stiffness), yet did not induce wall loosening (creep). In contrast Cel12A, a bifunctional xyloglucanase/cellulase, induced creep with only subtle changes in wall appearance. Both Driselase and Cel12A increased the tensile compliances whereas pectate lyase greatly increased indentation compliance without changing tensile compliances. The actions of α-expansins was much more subtle. We conclude that cell wall creep and tensile stiffness depend primarily on cross-lamellate networks of cellulose microfibrils whereas pectins influence indentation mechanics. This information is crucial for molecular models that define how wall mechanics and growth depend on primary cell wall structure.

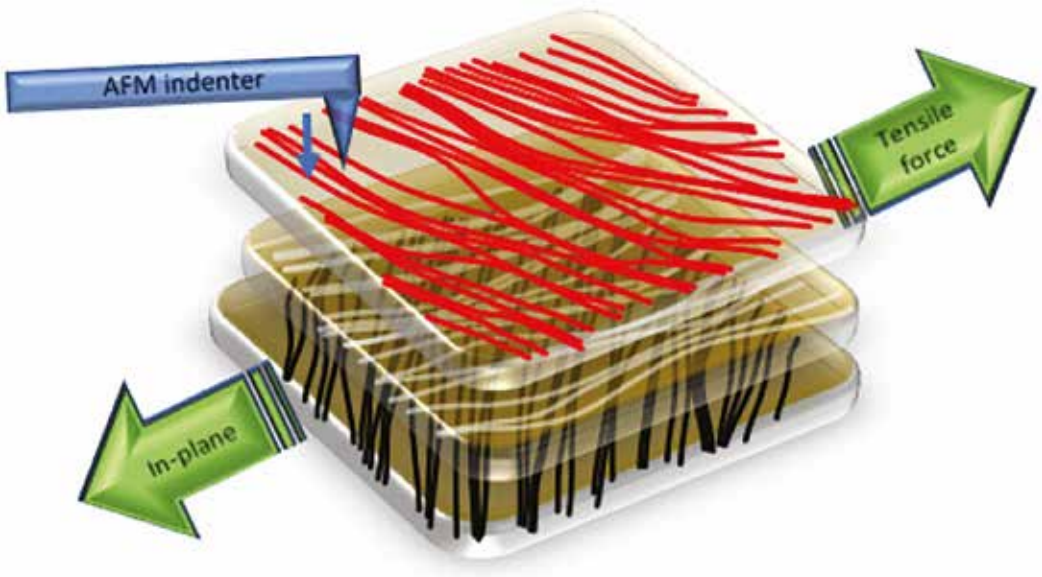
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Cosgrove DJ: 2018. Diffuse Growth of Plant Cell Walls. Plant Physiology 176:16-27.

Zhang T, Vavylonis D, Durachko DM, Cosgrove DJ: 2017. Nanoscale movements of cellulose microfibrils in primary cell walls. Nat Plants 3:17056.

Возьмите на заметку:

Growing cell walls have complex biomechanical properties. Based on four different assays we conclude that wall creep and tensile stiffness depend on cross-lamellate networks of cellulose microfibrils whereas pectins influence indentation mechanics.



Cyclic lipopeptides produced by Pseudomonas spp.: an untapped reservoir to control plant diseases by direct antagonism and induced resistance

Höfte M.

Department of Plants and Crops, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Gent, Belgium
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-27
E-mail: monica.hofte@ugent.be

Cyclic lipopeptides (CLPs) are metabolites with biosurfactant activity that are produced and secreted by a range of bacterial genera including rhizosphere bacteria belonging to the genus *Pseudomonas*. CLPs are composed of a hydrophobic fatty acid tail linked to an amphipathic oligopeptide that is partly or completely organized in a cyclic structure. CLPs of *Pseudomonas* show an enormous functional diversity and are currently classified in at least 14 different groups based on the length and composition of the oligopeptide and number of amino acids in the cyclic peptide moiety. They are implicated in bacterial motility and attachment to surfaces, including the formation of biofilms and they show growth-inhibitory activities against a broad range of micro-organisms. Moreover, they play an important role in the interaction of their producers with plants, either as inducers of systemic resistance or as phytotoxins contributing to plant pathogenesis. We have a very diverse collection of well-characterized CLP-producing *Pseudomonas* bacteria obtained from the roots of the tropical tuber crop cocoyam in Cameroon and Nigeria. We have tested these bacteria and their CLPs for biocontrol in various pathosystems including rice-Magnaporthe oryzae, grapevine-Plasmopara viticola, bean-Rhizoctonia solani and others. Some CLPs have direct antagonistic activity against pathogens and suppress germination, zoospore release, or appressorium formation and cause hyphal branching or hyphal leakage. Other CLPs induce local and systemic resistance in plants. Our hypothesis is that these compounds cause their effects because they interact with the lipids in membranes of pathogens and plants. We are currently studying structure-function relationships and mode of actions by looking at early defense responses in plant cell suspension cultures and on plant roots.

ДОКЛАДЫ УЧАСТНИКОВ

Содержание растворимых фенольных соединений и аскорбиновой кислоты в листьях *Urtica dioica* L. в зависимости от местопроизрастания

Абдуллина Р.Х., Тимофеева О.А., Мостякова А.А.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-31
E-mail: rayaabd@yandex.ru

Проблему уменьшения посевных площадей, загрязнения естественных мест произрастания, затрудненности в сборе и транспортировке лекарственных растений могут решить методы выращивания растений в специально оснащенных помещениях. Целью нашего исследования было сравнение биологически активных веществ в листьях крапивы двудомной – *Urtica dioica* L. в разных условиях выращивания Нами были исследованы растения, выращенные в лабораторных условиях при постоянном освещении, и растения из ценопопуляции вблизи поселка Научный в горно-лесной зоне Крыма. Суммарное содержание фенольных соединений определяли спектрофотометрически (Запрометова 1971), анализ аскорбиновой кислоты проводили с помощью гексацианоферрата калия (Полевой, 1978). Исследование показало, что суммарное содержание растворимых фенольных соединений больше в листьях крапивы закрытого грунта – 5,64±0,15 мкг/г сух.веса, в открытом грунте же 5,33±0,25 мкг/г сух.веса. Аскорбиновая кислота накапливается больше в листьях крапивы открытого грунта – 87,29±0,89 мкг/г сух.веса, чем в закрытом грунте – 72,25±0,75 мкг/г сух.веса. Таким образом, в зависимости от условий произрастания синтез вторичных метаболитов количественно различен.

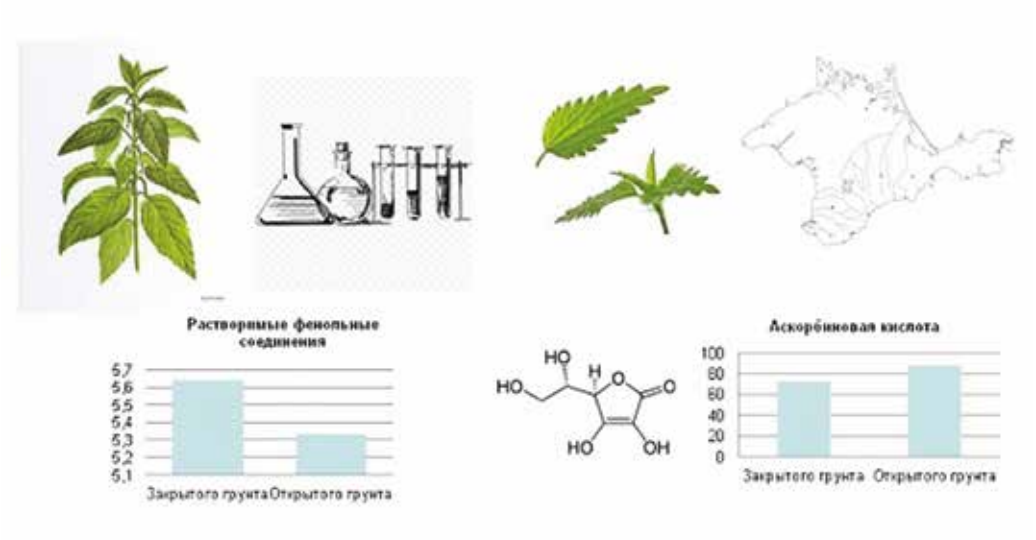
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Абдуллина Р. Х. Определение антиоксидантной активности лекарственных растений Urtica dioica L. и Taraxacum sp. / Р. Х. Абдуллина, О. А Тимофеева, А. А. Мостякова, Г.И. Идрисова // Биосистемы: организация, поведение, управление: Тезисы докладов 71-й Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых ученых (Н.Новгород, 17–20 апреля 2018 г.). Н.Новгород, Университет Лобачевского. 2018. 266 с. – 13 с.

Возьмите на заметку:

Выращивание лекарственных растений в закрытом грунте обеспечивает рынок свежим лекарственным растительным сырьем в течение всего года.

Таким образом, аграрные предприятия могут увеличить долю продаж на внутреннем рынке.



Активность ферментов каталаз и пероксидаз *Sorghum bicolor*, выращиваемого в условиях Степи

Абдурашитова Э.Р., Абдурашитов С.Ф., Мельничук Т.Н.

ФГБУН "Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма", Симферополь, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-32
E-mail: elvi-jadore@mail.ru

Растения степной зоны Крыма подвергаются экстремальным условиям засухи. Водный стресс приводит к задержке биосинтеза органических соединений в почве, тем самым нарушаются ростовые процессы растений. Перспективным для Степи является применение агротехнологии прямого посева, способствующей сохранению влаги в почве и препятствующей ее эрозии. Одним из индикаторов неблагоприятного воздействия окружающей среды на растения являются ферменты, в частности каталаза и пероксидаза. В полевых условиях пятипольного севооборота изучали влияние традиционной системы и прямого посева на ферментативную активность, которую определяли спектрофотометрически в листьях растений *Sorghum bicolor* в фазу вымётывания. Экспериментальные данные показывают достоверное увеличение активности каталаз и пероксидаз на 1,4 и 1,1 раза при прямом посеве по сравнению с традиционной для данного региона системой земледелия, где она составила 181,3 мкмоль H_2O_2/г в мин и 7,1 мкмоль $C_7H_8O_2$ /г в мин соответственно. Увеличение активности энзимов может быть связано с интенсивным ростом растений. Таким образом, применение прямого посева способствует увеличению активности ферментов в листьях растений *Sorghum bicolor.*

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Абдурашитов С.Ф. и др. Изменения состава и ферментативной активности микробоценоза чернозема южного и растений Sorghum bicolor при применении микробных препаратов // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной наук. (2018).С19-21

Абдурашитова Э.Р., Абдурашитов С.Ф . Ферментативная активность почвы чернозема южного при применении no-till и комплекса микробных препаратов // 21-я Международная Пущинская школа-конференция молодых ученых «Биология – наука XXI века»-(2017).с3

Возьмите на заметку:

В условиях Степи, необходимым является применение альтернативной агротехнологий. Так применение прямого посева при выращивании сорго (с C_4-типом фотосинтеза) способствует изменению активности антиоксидантных ферментов.

Устойчивость персика к абиотическим факторам субтропиков России

Абильфазова Ю.С.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур", Сочи, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-33
E-mail: citrus_sochi@mail.ru

Показаны результаты водного дефицита, водоудерживающей способности листьев персика и каротиноидов, которые диагностировали устойчивость сортов Редхавен, Лариса, Мелин ред, Эрли ред, Файэт к нарушениям гидротермического режима. Для изучения устойчивости *Persica vulgaris* (Mill.) использовали методы экспресс-диагностики, позволяющие оценивать функциональное состояние растений во влажных субтропиках России. Установлено, что водный дефицит у сортов Редхавен, Лариса, Команче составлял 13,07-14,24%, а у Коллинс, Форма 1, Лайка - 16-18 %, что связано с дестабилизацией погодных условий. Отмечена высокая водоудерживающая способность листьев у Редхавен, Мелин ред, Файэт с меньшей потерей воды (38-42%), чем у сортов Ранняя заря, Лайка, Форма 1 (52-59%). Высокий показатель каротиноидов до 0,6 ед. у сортов Редхавен, Лариса, Мелин ред и Файэт характеризовало их засухоустойчивость в неблагоприятный период. Выявлено, что водный дефицит, водоудерживающая способность листьев и сумма каротиноидов находятся в тесной зависимости с устойчивостью различных сортов персика к абиотическим факторам Черноморского побережья России.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Абильфазова Ю.С. Оценка качества плодов разных сортов персика в условиях Сочи// Субтропическое и декоративное садоводство (2018) 67:137-141. doi: 10.31360/2225-3068-2018-66-11-21

Abilfazova Juliya, Belous Oksana. Evaluation of the functional state of peach varieties (prunus persica mill.) When exposed hydrothermal stress to plants//Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences (2018) 12 (1):723-728 doi: https://doi.org/10.5219/974

Возьмите на заметку:

Для изучения устойчивости персика использовали методы, позволяющие оценивать функциональное состояние растений.

Водный дефицит, водоудерживающая способность листьев и сумма каротиноидов находятся в тесной зависимости с устойчивостью сортов.

Сравнительный анализ протекторного действия метилжасмоната и цитокинина 6-бензиламинопурина на проростки пшеницы в условиях засухи

Авальбаев А.М.[1], Федорова К.А.[1], Юлдашев Р.А.[1], Аллагулова Ч.Р.[1], Масленникова Д.Р.[1], Федина Е.О.[2], Петрова Н.В.[2], Гильманова Р.И.[2], Каримова Ф.Г.[2], Шакирова Ф.М.[1]

[1]Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимскогофедерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия,
[2]Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-34
E-mail: avalbaev@yahoo.com

Ранее нами было показано, что обработка проростков пшеницы метилжасмонатом (МеЖ) вызывает накопление цитокининов (ЦК) в норме и предотвращает снижение их уровня при стрессе, что указывает на важную роль эндогенных ЦК в проявлении физиологического действия МеЖ. Выявлено, что предобработка растений пшеницы МеЖ и 6-бензиламинопурином (БАП) в равной степени снижала негативный эффект засухи. Предобработка гормонами уменьшила стресс-индуцированный дисбаланс фитогормонов, что привело к нормализации ростовых процессов. Вместе с тем, вызванное МеЖ и БАП снижение негативного действия засухи обусловлено и изменениями в протеоме и тирозиновом фосфопротеоме. На это указывают данные о предотвращении в предобработанных гормонами проростках стресс-индуцированного уменьшения содержания белков, вовлеченных в рост, фотосинтез и энергетический обмен, и о восстановлении до контрольного значения сниженного при засухе уровня тирозинового фосфорилирования. Полученные результаты демонстрируют сопоставимый защитный эффект МеЖ и БАП на растения пшеницы, подвергнутые засухе, что свидетельствует о важной роли эндогенных ЦК в реализации протекторного действия МеЖ.

Работа поддержана грантом РФФИ №17-04-01853_а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

A. Avalbaev et al. Exogenous methyl jasmonate regulates cytokinin content by modulating cytokinin oxidase activity in wheat seedlings under salinity // J Plant Physiol (2016) 191: 101-110. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.11.013

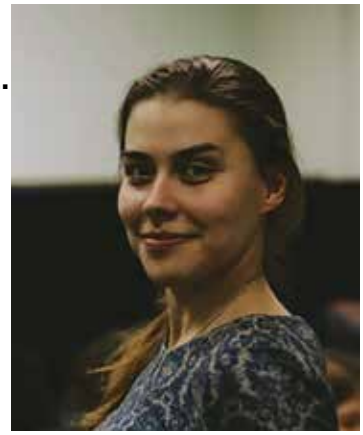
А.М. Авальбаев и др. Вклад изменений в протеоме и тирозиновом фосфопротеоме в реализацию ростстимулирующего действия метилжасмоната на проростки пшеницы // Известия УНЦ РАН (2018) № 3 (1). С. 5-10. DOI: 10.31040/2222-8349-2018-1-3-5-10

Возьмите на заметку:

Выявлен сопоставимый защитный эффект МеЖ и БАП на растения пшеницы, подвергнутые засухе, что свидетельствует о важной роли эндогенных ЦК в реализации протекторного действия МеЖ.

Влияние засоления на pH цитозоля клеток разных зон корня растений *A. thaliana* (L.) Heynh.

Агеева М.Н., Брилкина А.А., Веселов А.П.



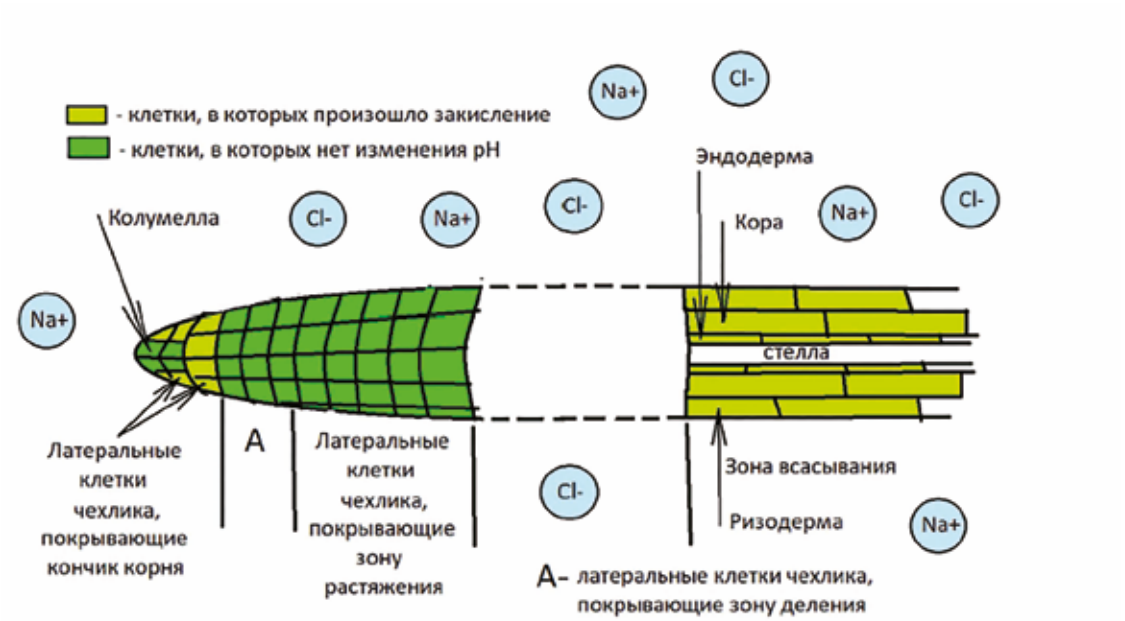
ФГАОУ ВО "Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского", Нижний Новгород, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-35
E-mail: ageyevamaria@gmail.com

Известно, что pH цитозоля растительных клеток может изменяться вследствие засоления. Однако существует мало данных о том, все ли клетки корневой системы одинаково отвечают на данный стрессор.

В работе исследовано изменение pH цитозоля клеток разных зон корня арабидопсиса, синтезирующего pH-чувствительный ратиометрический белок Pt-GFP, в условиях засоления.

Растения выращивали *in vitro* на среде Мурасиге-Скуга, дополненной 75 мМ NaCl. Через 6-8 дней культивирования проводили оценку pH цитозоля. Флуоресценцию клеток разных зон корня, экспрессирующих Pt-GFP, принимали в области 505-525 нм при возбуждении лазерами 405 нм и 488 нм на лазерной сканирующей системе LSM 710 (Carl Zeiss). Для оценки изменения pH получали калибровочную зависимость отношения флуоресцентных сингналов Pt-GFP в цитозоле при инкубации растений в буферных растворах с диапазоном pH от 4,5 до 8,5 в присутствии КЦХФГ.

Выявлено, что закисление цитозоля у корней арабидопсиса, выращенного в условиях засоления, происходит в латеральных клетках чехлика, клетках ризодермы, коры и эндодермы зоны всасывания. В клетках колумеллы и клетках чехлика, покрывающих зоны деления и растяжения, изменения pH отмечено не было



Ортодоксальные и рекальцитрантные семена - две стратегии адаптации

Азаркович М.И.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-36
E-mail: m-azarkovich@mail.ru

Ортодоксальные семена могут храниться в сухом состоянии долгое время, не теряя жизнеспособности. Существуют семена, которые не высыхают при созревании и неустойчивы к обезвоживанию, их называют рекальцитрантными. Анализ белков рекальцитрантных семян каштана конского (*Aesculus hippocastanum* L.) позволил выявить ряд уникальных особенностей протеома, которые отличают рекальцитрантные семена каштана от большинства ортодоксальных семян. Это чрезвычайно низкое содержание глобулинов, преобладание водорастворимых белков, локализованных в цитоплазме, высокий уровень фракции некомпартментализованных термостабильных белков. Термостабильные белки составляют более 30% растворимых белков цитозоля в осевых органах и подавляющую массу (более 80%) растворимых белков семядолей. Гидрофильные термостабильные LEA белки могут не только предохранять клеточные структуры от существенной потери влаги (что является для рекальцитрантных семян смертельным), но и обеспечивают устойчивость высокооводненных семян к длительному холодовому стрессу в зимний период. При этом только наличия LEA белков, по-видимому, недостаточно для обеспечения устойчивости к высыханию, характерной для ортодоксальных семян.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Азаркович М.И., Гумилевская Н.А. Анализ белков семядолей зрелых семян конского каштана // Физиология растений. –2006.–Т. 53. –С. 711–720.

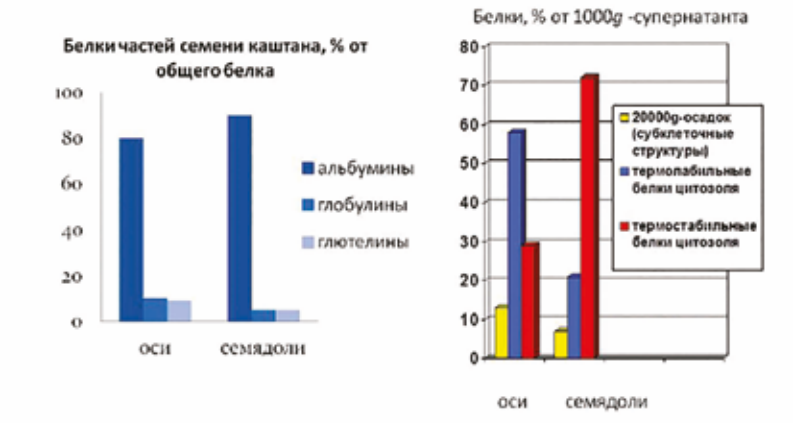
Гумилевская Н.А., Азаркович М.И. Физиолого-биохимическая характеристика рекальцитрантных семян (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. –2007. –Т. 43. № 3. – С. 366–375.

Азаркович М.И., Болякина Ю.П. В рекальцитрантных семенах каштана конского нет белковых тел. // Физиология растений. –2016. –Т. 63. –С. 532–538.

Возьмите на заметку:

Активный метаболизм и высокая влажность рекальцитрантных семян - такая же адаптация, как высыхание и устойчивость к нему у ортодоксальных семян.

Отсутствие запасных белков, накопление термостабильных белков - признаки рекальцитрантности семян.



Влияние эндофитных микроорганизмов рода *Bacillus* на устойчивость картофеля к колорадскому жуку в полевых условиях

Алексеев В.Ю.

ИБГ УФИЦ РАН, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-37
E-mail: valentin-1994@yandex.ru

При использовании химических инсектицидов популяции *Leptinotarsa decemlineata* Say быстро становятся резистентными, поэтому важно развивать биологические методы контроля. В 2018 г растения картофеля сорта Удача были обработаны суспензиями эндофитных бактерий *B. subtilis* 26D, *B. thuringiensis.* B-5689 и *B. th.* B-55351. Данные штаммы в разной степени стимулировали защитные реакции растений (накопление перекиси водорода, активность пероксидаз и ингибитора протеиназ), а *B. th.* B-55351 проявлял прямой инсектицидный эффект, однако количество клеток этого штамма в тканях растений было на порядок ниже, чем двух других штаммов. Выявлено, что штамм *B. th.* B-5689 в наибольшей степени снижал количество кладок и численность личинок на растениях. На растениях, обработанных двумя другими штаммами, количество яиц было достаточно высоким, но количество вылупившихся личинок и процент поврежденности листьев снижались. Урожайность увеличивалась в вариантах обработки *B. subtilis* 26D и *B. th.* B-5689. Таким образом, эффективнее были штаммы, в большем количестве проникающие во внутренние ткани растений. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ 17-44-020347 р_а и 18-34-00021 мол_а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сорокань А.В., Беньковская Г.В., Благова Д.К., Максимова Т.И., Максимов И.В. РЕАКЦИЯ ЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ И ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ КИШЕЧНЫХ СИМБИОНТОВ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА Leptinotarsa decemlineata SAY ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭНДОФИТНЫХ БАКТЕРИЙ РОДА Bacillus // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2018. Т. 54. № 4. С. 264-270.

Определение пигментного состава многокоренника обыкновенного *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid.

Алексеева С.И., Охлопкова Ж.М.

ФГАОУ ВО Северо-Восточный федеральный университет, Якутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-38
E-mail: alekseeva.sargy@mail.ru

Spirodela polyrhiza - многолетнее водное растение с быстрым ростом, может выступить в качестве модельного объекта для экологических исследований. Первичные образцы многокоренника обыкновенного были собраны на водоемах пригородной территории г. Якутска, в течение нескольких лет культивировали и поддерживали маточные популяции (МП) в лабораторных условиях на ¼ питательной среды Гельригеля в колбах на 250 мл, при комнатной температуре, интенсивности света в 3 тыс. люкс со световым периодом 24ч/сут. в зимнее время и 12ч/сут. в летнее. Поскольку одним из важнейших процессов в растительном организме является фотосинтез, изучение пигментного состава позволяет оценить способность исследуемых растений поддерживать жизнедеятельность в экстремальных условиях техногенного загрязнения. В ходе нашего исследования определяли содержание пигментов в растениях МП с помощью ТСХ и спектрофотометрически. Разделение пигментов проводили в смеси «ацетон-гексан-бензол» в соотношении 1:1:1 в течение 1 ч. Установлено, что листецы многокоренника обыкновенного при культивировании в лабораторных условиях имели содержание пигментов: хлорофилла a - 0,26 мг/л, хлорофилла b - 0,18 мг/л, каротиноидов - 0,18 мг/л.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Алексеева С.И., Охлопкова Ж.М. Рост и развитие генетически однородной линии Spirodela polyrhiza (L.) Schleid. при воздействии водными экстрактами дикорастущих растений Якутии» // Вестник СВФУ. № 2 (64). - 2018. - С.5-17.

Алексеева С.И., Охлопкова Ж.М. Влияние ультрафиолетовых лучей на популяцию многокоренника обыкновенного Spirodela polyrhiza (L.) Schleid. / Сб. мат. Всер.научн.конф. «Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды». Иркутск, - С. 1018-1020.

Возьмите на заметку:

Определяли содержание пигментов в *Spirodela polyrhiza* с помощью ТСХ и спектрофотометрически. Установили пигментный состав листецов при культивировании в лабораторных условиях: хл a - 0,26 мг/л, хл b - 0,18 мг/л, каротиноиды - 0,18 мг/л.

Регуляция метилжасмонатом уровня дегидринов в растениях пшеницы в условиях обезвоживания

Аллагулова Ч.Р., Авальбаев А.М., Федорова К.А., Масленникова Д.Р., Шакирова Ф.М.

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-39
E-mail: allagulova-chulpan@rambler.ru

Дегидрины (LEA-белки II группы), накапливаются в созревающих семенах при обезвоживании, а также в вегетирующих растениях в условиях дефицита влаги и в ответ на обработку АБК, играющей ключевую роль в регуляции защитных реакций. В защиту растений при обезвоживании вовлекаются и другие фитогормоны, например, жасмонаты, в связи с чем можно предположить вовлечение дегидринов в спектр их защитного действия при обезвоживании. Цель работы заключалась в исследовании уровня TADHN гена дегидрина и белков дегидринов в растениях пшеницы в ответ на обработку 100нМ МеЖ в норме, а также в предобработанных МеЖ растениях, подвергнутых обезвоживанию, моделируемому увеличением на 1 % в среде инкубирования концентрации ПЭГ от 13 до 15 % каждые 24 ч. Обработка проростков МеЖ индуцировала транскрипцию TADHN гена и накопление дегидринов с М.м. 28 и 55 кДа. Предобработка проростков МеЖ способствовала дополнительному увеличению стресс-индуцированного накопления транскриптов TADHN гена и белков дегидринов. Полученные данные свидетельствуют в пользу вовлечения дегидринов в реализацию протекторного действия МеЖ на растения пшеницы при обезвоживании.

Работа поддержана грантом РФФИ № 17-04-01853_а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Avalbaev A. et al. Exogenous methyl jasmonate regulates cytokinin content by modulating cytokinin oxidase activity in wheat seedlings under salinity // J. Plant Physiol. (2016) 191: 101-110. doi.org/10.1016/j.jplph.2015.11.013.

Shakirova F., Allagulova Ch. et al. Involvement of dehydrins in 24-epibrassinolide-induced protection of wheat plants against drought stress// Plant Physiol Biochem. (2016) 108: 539-548. doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.07.013.

Возьмите на заметку:

Сведения об усилении синтеза дегидринов в проростках пшеницы под влиянием их обработки МеЖ в норме и при обезвоживании указывают в пользу вовлечения этих белков в спектр защитного действия жасмонатов на растения пшеницы в условиях дефицита влаги.

Изменчивость ферментативных и неферментативных антиоксидантных систем *Brassica oleracea* var. Sabellica под влиянием регулятором роста

Алмуграби Е., Калимуллин М.И, Тимофеева О.А

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-40
E-mail: esraaalmgrabe@gmail.com

В адаптации растений к различным неблагоприятным факторам внешней среды важная роль отводится работе антиоксидантных систем, способных обеспечить защиту от активных форм кислорода, образующихся при повреждении клеток от стресса. *Brassica oleracea* var. Sabellica занимает второе место по антиоксидантной активности среди 22 видов овощей. Впервые в условиях Республики Татарстан проведены исследования по изучению активности ферментативных и неферментативных антиоксидантов *Brassica oleracea* var. Sabellica в разных условиях выращивания под влиянием природных гормонов (гиббереллиновая кислота, брассинолид) и коммерческого препарата - биостимулятора роста (новосил). Обработку регуляторами роста проводили путем замачивания семена в течение 24 ч. Пробы отбирали через 85, 115 и 145 дней после посадки при температуре +8ºС, 0ºС и -6ºС соответственно. Показано, что разные группы регуляторов роста активируют разные системы антиоксидантной защиты. Гибберелловая кислота и новосил увеличивают содержание пролина и каротиноидов и активируют пероксидазу, тогда как брассинолид увеличивает содержание флавоноидов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

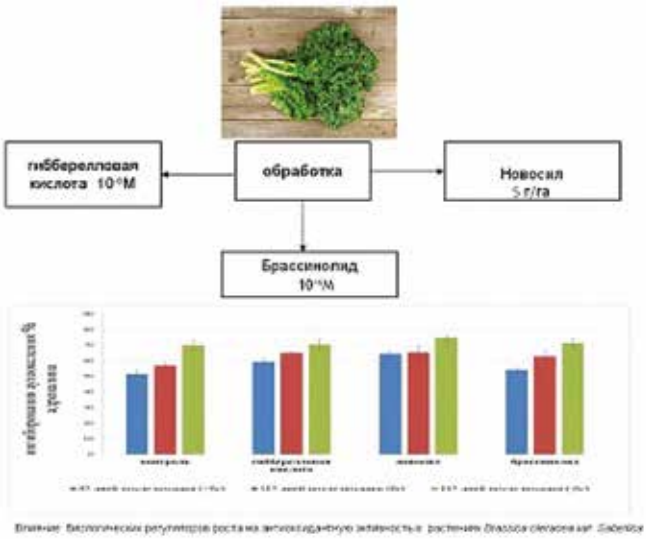
1- Алмуграби Есраа, М.И. Калимуллин, О.А. Тимофеева. Фитохимический состав Brassica oleracea var. Sabellica В разных условиях выращивания// известия уфимского научного центра ран. 2018. № 3(1). С. 16– 21.Doi: 10.31040/2222-8349-2018-1-3-16-21.

2- Esraa Almughraby, M. I. Kalimullin, O.A. Timofeeva. Variability in enzymatic and non-enzymatic antioxidants Brassica oleracea var. Sabellica in different growing conditions// drug invention today . 2018. V.10 (2).2981-2985.

Возьмите на заметку:

1-возможность усиления антиоксидантных систем с помощью регуляторов роста.

2-защитный эффект регуляторов роста от перекисного окисления липидов мембран и антиоксидантная активность усиливаются при условиях низких температурах (-6ºС).



Гомональная регуляция экспрессии генов белков, ассоциированных с пластидной РНКполимеразой бактериального типа, в процессе онтогенеза *Arabidopsis thaliana*

Андреева А.А., Кудрякова Н.В.

ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-41

E-mail: alexaa27@mail.ru

В течение жизненного цикла розеточные листья *Arabidopsis* проходят ряд онтогенетических стадий, регулирующихся особым гормональным статусом. Последовательная активация и подавление экспрессии генов белков, ассоциированных с пластидной РНК-полимеразой бактериального типа (PAP), предполагает селективное влияние различных фитогормонов. Согласно результатам ПЦР-РВ, экзогенные салициловая и абсцизовая кислоты и метилжасмонат (МЖ) негативно регулировали активность генов PAP, причем для МЖ ингибирующий эффект был резко выражен на всех исследованных фазах онтогенеза. Напротив, транс-зеатин, а у 7-недельных растений и ауксин, усиливали накопление транскриптов всех PAP генов. Брассинолид способствовал подавлению экспрессии части PAP генов у проростков и активации в стареющих листьях. Таким образом, ответная реакция PAP генов на действие экзогенных гормонов на разных стадиях онтогенеза в целом соответствует представлению об их ко-регуляции, и, несмотря на различие функций кодируемых ими белков, позволяет предполагать наличие общих регуляторных элементов, определяющих «окна возможностей» реализации гормональных сигналов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №17-04-00301

Регуляция фотосинтетической активности хлореллы

Андреева И.Н.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-42
E-mail: andreyeva@kibb.knc.ru

Суспензионная культура хлореллы в условиях автотрофного роста защелачивает культуральную жидкость от 7,2-7,5 до 10-12; изменение условий освещения хлореллы приводит к изменению ее pH. Отключение света ведет к снижению pH культуральной жидкости. Освещение культуры, инкубированной в темноте, проявляется в защелачивании среды. Смещение pH хлореллы внесением минеральной кислоты или щелочи оказывает существенное влияние на ее фотосинтетическую активность. Защелачивание однократным внесением NaOH снижает фотосинтетическое выделение O_2, вплоть до временного полного его прекращения; продолжительность и выраженность эффекта зависит от величины щелочного сдвига. При внесении в растущую культуру хлореллы HCL происходит увеличение фотосинтетического выделения O_2; эффект наблюдается при сдвиге не менее чем на одну единицу pH. Стимуляция фотосинтетической активности, в разных сериях опытов, варьирует от 15-20% до двукратного увеличения выделения кислорода, сохраняется от 1 до 3-3,5 часов и не коррелирует с величиной сдвига pH. По-видимому, кислотный сдвиг оказывает на растущую в автотрофных условиях хлореллу сигнальное действие, величина же эффекта зависит от физиологического состояния культуры.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Alyabyev A. et al. Influence of pH shift and salting on the energetics of microalgae Chlorella vulgaris and Dunaliella maritima. J.Term.Anal.Calorim.(2011) 104:201-207.

Андреева И.Н. pH ростовой среды как фактор регуляции фотосинтетической активности хлореллы. Нива Татарстана (2019) 1-2: 6-9.

Возьмите на заметку:

Изменение pH окружающей среды оказывает регулирующее действие на фотосинтез хлореллы.

Физиологические основы продукционного процесса растений мискантуса

Анисимов А.А., Хохлов Н.Ф., Тараканов И.Г.

РГАУ– МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-43
E-mail: alanis152@mail.ru

Мискантус - высокопродуктивное С4-растение, которое используется для нужд биоэкономики. Изучены физиологические особенности формирования элементов продуктивности у 4 различных видов мискантуса. Высокий уровень продуктивности (до 40 тонн сухого вещества с га в идеальных условиях, до 20 тонн сухого верщества с га в условиях Москвы) достигается засчёт целого ряда физиологических особенностей. Первое - способность пооддерживать выскую интенсивность фотосинтеза в листьях разного яруса при пониженных температурах на фоне высокого фотосинтетического потенциала (в сравнении с другими С4 растениями - кукурузой, сорго, при выращивании в аналогичных условиях). Второе - особенности фотопериодической реакции. Под контролем фотопериода находятся процессы цветения и кущения мискантуса. Будучи культурой короткого дня, зацветает мискантус во второй половине вегетации, что увеличивает накопление биомассы при продвижении данной культурой в более высокие широты. Усиление кущения в условиях длинного дня также вносит вклад в формирование общей продуктивности. К факторам, ограничивающим продуктивность мискантуса, можно отнести: отрицательные температуры и недостаток влаги в почве.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

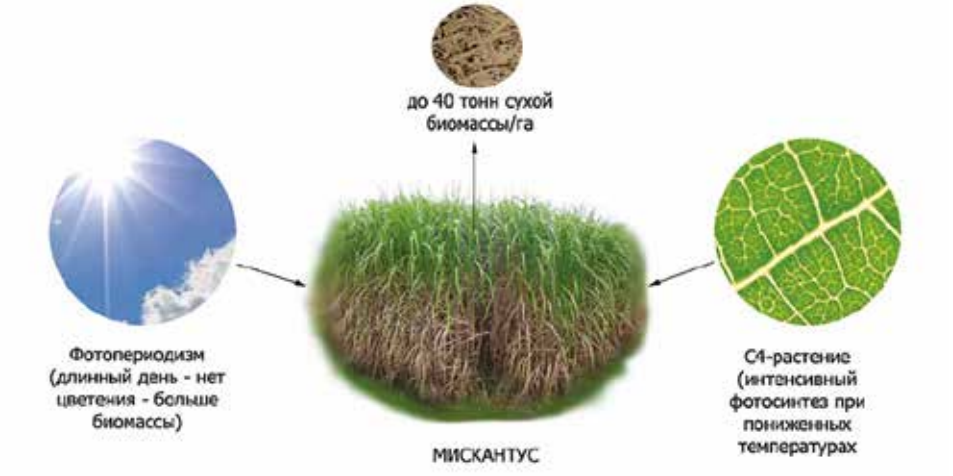
Анисимов А.А. и др. Особенности фотопериодической регуляции онтогенеза у различных видов мискантуса (Miscanthus spp.) // Изв. ТСХА. (2016) 6: 56-72.

Anisimov A.A. et. al. Environmental influences on the growing season duration and ripening of diverse miscanthus germplasm grown in six countries // Front. in Plant Science. (2017) 8: 907-921.

Анисимов А.А. и др. Возможности использования мискантуса (Miscanthus Spp.) для получения хлорофилла // Вопр био., мед. и фарм. химии. (2017) 20: 40-45.

Возьмите на заметку:

Мискантус - новая высокопродуктивная биоэкономическая культура, которую можно успешно возделывать в нашей стране.



Двигатели тока воды в растениях: вопросы и ответы

Анисимов А.В., Суслов М.А

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-44
E-mail: anisimov@kibb.knc.ru

Система двигателей тока воды в растениях, как правило, подразделяется на нижний, верхний и промежуточный. В свою очередь, анализ движущих сил детализируется до: оценки путей переноса воды и условий их переключения, вклада гидростатического давления в виде присасывающего действия транспирации с сопутствующим эффектом натяжения водных нитей и участием в регуляции переноса устьичного аппарата, вклада корневого давления, оценки причин автоколебаний объема клеток, роли аквапоринов, вклада капиллярной составляющей, феномена полярности переноса, задач верификации промежуточного (стеблевого) двигателя, механизмов сигнальных связей между верхним и нижним двигателями (список можно продолжить) с выводом, что большинство из этих динамических процессов имеют каждый свою ахиллесову пяту, осложняющую описании переноса, особенно в условиях межсезонья. Экспериментальные данные о сохранении ростовых функций и регулируемого межклеточного водопереноса в отсеченных корнях (кукурузы) подводят к мысли о возможности распределенного по клеткам двигателе тока воды.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Анисимов А.В.Суслов М.А., Алябьев А.Ю. Транспорт воды по симпласту корня зависит от давления.// Физиология растений (2014)61:546-554.

Анисимов А.В., СусловМ.А. Влияние внешнего газового давления на магнитную релаксацию воды в клетках растений.// Биофизика (2016) 61 :78-85.

Возьмите на заметку:

На примере корней проростков кукурузы экспериментально показано, что отсеченная всасывающая зона корня сохраняет функцию роста растяжением и демонстрирует способность к регуляции водного переноса.

Влияние светового режима на функционирование 2-оксоглутаратдегидрогеназного ферментного комплекса в листьях кукурузы *Zea mays* L.

Анохина Г.Б., Флорес Каро О.Х., Федорин Д.Н., Епринцев А.Т.

ФГБО ВПО "Воронежский государственный университет", Воронеж, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-45
E-mail: dowi2009@mail.ru

В естественной среде изменения освещенности играют важную роль в жизни растений, осуществляя контроль жизненно-важных процессов. Известно, что 2ОГДК в картофеле является лимитирующей ферментной системой, определяющей процесс дыхания. Целью нашего исследования было изучить влияние света различных длин волн на функционирование 2ОГДК, важнейшего звена ЦТК. Измерена общая ферментативная активность 2ОГДК в листьях кукурузы *Zea mays* L. при смене светового режима. Результаты проведенного анализа транскрипционной активности генов ферментов 2ОГДК: *ogdh-1, ogdh-2, ogdh-3, dlst-1, dlst-2, dlst-3, dld-1, dld-2* свидетельствуют о световой регуляции экспрессии генов исследуемого ферментного комплекса. Показано, что фитохромная система влияет на изменение уровня экспрессии генов. Фоторецепция светового сигнала осуществляется с помощью фитохрома А. Снижение активности 2ОГДК при освещении синим светом (465 нм), вероятно, происходит или благодаря косвенному влиянию на белок (через систему криптохромов), или с помощью прямого воздействия на активный центр, в состав которого входит ковалентно связанный ФАД.

Возьмите на заметку:

Установлено, что дневной свет оказывает ингибирующее действие на работу 2ОГДК в листьях кукурузы, активность данного комплекса в темноте выше, чем на свету.

Рецепция светового сигнала осуществляется с помощью фитохрома А.

Вариабельность биохимического состава *Brassica oleracea* var. Sabellica (L.) в зависимости от элементов минерального питания

Антех Д. Д., Тимофеева О. А.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образование "Казанский (Приволжский) федеральный университет", Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-46
E-mail: joydontwi@gmail.com

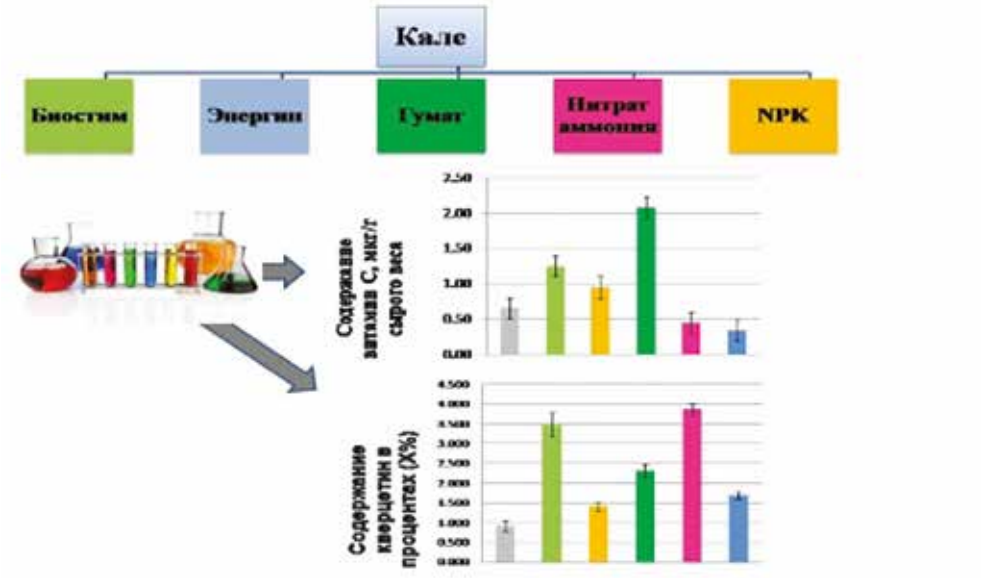
Кале получила широкое признание как источник фитохимических веществ. На биохимические компоненты капусты могут влиять как генетические, так и факторы окружающих среды. Впервые в условиях Татарстана были высажены растения кале. На стадии 3-х листьев растения подкармливали аммиачной селитрой (20 кг/га), NPK (15:15:20, 20 кг/га), препаратами биостим (смесь макро- и микроэлементов, 1л/га), энерген (К-соли гуминовых кислот и микроэлементы, 80г/л), гумат (К, Na - соли гуминовых кислот и микроэлементы, 80г/л), Анализ биохимического состава проводили через 2-3 месяца. При выращивании с различными минеральными добавками было обнаруженно что содержание сахара в листья капуста кали было почти одинаковое с контролем, что может быть хорошо для диабетиков. Гумат повышал содержание витамина С и каротиноидов, а аммиачная селитра – флавоноидов. В результате увеличилась актиоксидантная активность листьев кале под влиянием этих добавок. Содержание биологических молекул, безусловно, зависит от типа минеральных питательных веществ. Внимание к этой области исследований может значительно повысить питательную ценность этой культуры для снижения риска возникновения конкретных хронических заболеваний.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Антех Д. Д. Влияние минеральных веществ на содержание вторичных метаболитов в Brassica oleracea var. Sabellica (l.) Кале / Д. Д. Антех, О. А Тимофеева // III Международная школа-конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Материалы и технологии XXI века» Биотехнология 21века: (Казань, 29-31 октября 2018 года). Казань, Казанский (Приволжский Федеральный Университет, 2018). 111с.

Возьмите на заметку:

Дополнительное внимание к этой области исследований может значительно повысить питательную ценность этой многообещающей культуры для снижения риска возникновения конкретных хронических заболеваний



Регуляция автофагии, клеточной гибели и роста при солевом стрессе у сортов ячменя с различной солеустойчивостью

Аполлонов В.И.

БИН РАН, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-47
E-mail: vasya.apollonov@yandex.ru

Активация механизмов стрессового ответа сопровождается у растений остановкой роста. Для сельскохозяйственно ценных культур это негативно влияет на урожай. Ранее наружу-выпрямляющий калиевый канал GORK, локализованный в плазматической мембране клеток корня, был охарактеризован как регулятор запрограммированной клеточной гибели (ЗКГ) и автофагии; мутанты *Arabidopsis thaliana*, лишенные данного канала, при солевом стрессе лучше выживали и продолжали рост. Ранее для *A. thaliana* была выявлена взаимосвязь ключевых регуляторных событий при солевом стрессе: GORK-зависимая потеря калия клетками индуцировала автофагию и ЗКГ и вызывала активацию жасмонат-зависимых генов стрессового ответа, что приводило к остановке роста. В нашей работе изучается, насколько данная схема приложима к сортам ячменя, различающимся солеустойчивостью. Исследовали сорта Донецкий и Donaria, а также мутант сорта Donaria с низким уровнем индукции биосинтеза жасмонатов при стрессе. В условиях засоления изучали: уровни экспрессии ячменных ортологов гена GORK, генов ATG и генов-маркеров жасмонатного ответа; роль каналов GORK в индукции автофагии и ЗКГ; роль жасмонатов и фитохромов в ростовом ответе.

Исследования поддержаны РНФ №18-16-00074.

Возьмите на заметку:

У сортов ячменя с различной солеустойчивостью изучается роль потери калия клетками корней в активации автофагии, клеточной гибели, ингибировании прорастания и роста при солевом стрессе.

Влияние бактерий, продуцирующих гормоны, на рост и стрессоустойчивость растений

Архипова Т.Н., Мартыненко Е.В.

Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-48
E-mail: tnarkhipova@mail.ru

Препараты на основе ростстимулирующих бактерий (PGPR) все шире применяются в растениеводстве, о чем свидетельствует ежегодный прирост их продаж на 10 %. Продукция гормонов PGPR- бактериями рассматривается как один из механизмов установления взаимовыгодных отношений с растениями, ведущих к повышению урожайности. Авторами был показан значительный положительный эффект и рассмотрены механизмы действия цитокининпродуцирующих бактерий на рост растений в лабораторных опытах в оптимальных условиях, на фоне засухи, дефицита питания, а также проведены полевые испытания, когда прибавка урожая составила 36-45%. Применение отобранных ИУКпродуцирующих бактерий также давало прибавку урожая около 35%. Недавние вегетационные опыты на почвенной культуре показали, что при засолении внесение цитокининпродуцирующих микроорганизмов увеличивало сырую массу побегов и корней пшеницы (сорт Башкирская 27) на 31 и 17% соответственно, тогда как применение ИУКпродуцирующих бактерий увеличивало сырую массу побегов и корней на 24%. Отмечается увеличение площади листьев, транспирации, устьичной проводимости. Внесение гормонпродуцирующих бактерий защищало растения от оксидативного стресса (РФФИ 18-04-00577).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Г*алимзянова Н.Ф. и др. Влияние предпосевной бактеризации семян фосфатмобилизующими и ауксинпродуцирующими микроорганизмами на продуктивность пшеницы и подвижность почвенного фосфора в ризосфере // Агрохимия (2018) 4: 50-58. doi: 10.7868/S0002188118040075*

Kudoyarova G.R. et al. Cytokinin producing bacteria stimulate amino acid deposition by wheat roots // Plant Physiology and Biochemistry (2014) 83: 285-291. doi: 10.1016/j.plaphy.2014.08.015

Возьмите на заметку:

Внесение гормонпродуцирующих галотолерантных бактерий родов *Bacillus, Pseudomonas, Advenella* в ризосферу пшеницы повышало устойчивость растений в условиях засоления. Наилучшее действие оказывали цитокининпродуцирующие микроорганизмы

Атипичные представители цитохромов Р450 семейства CYP74 огурца *Cucumis sativus*

Аскарова Е.К., Топоркова Я.Ю., Горина С.С., Смирнова Е.О., Мухтарова Л.Ш., Гречкин А.Н.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-49
E-mail: bessolicina_elena@mail.ru

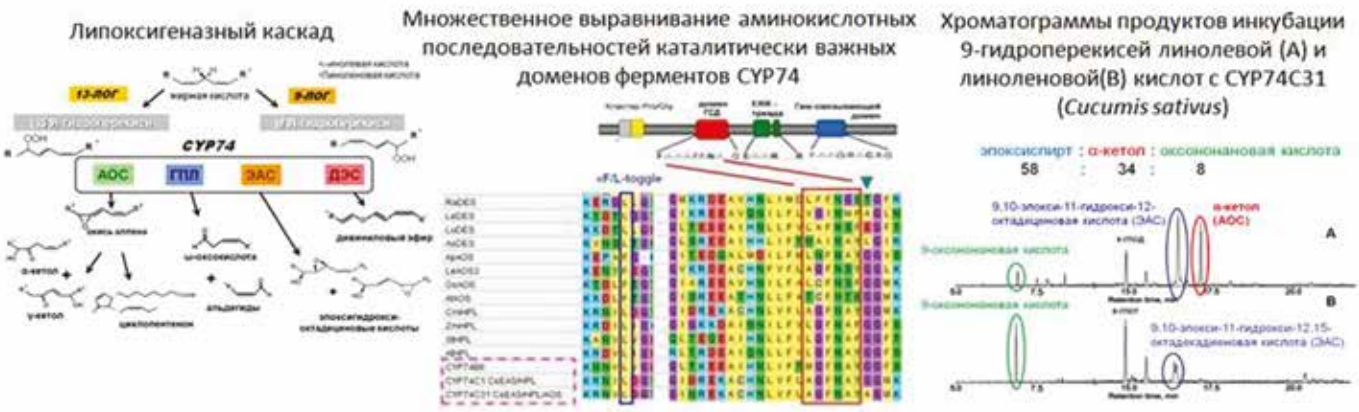
Липоксигеназный каскад и его продукты, оксилипины, играют важную роль в ответах на стресс, передаче сигналов и защите растений. Разнообразие оксилипинов зависит от активности ферментов семейства CYP74, неклассических цитохромов Р450. Семейство цитохромов CYP74 включает алленоксидсинтазы (АОС), дивинилэфирсинтазы (ДЭС), гидропероксидлиазы (ГПЛ) и эпоксиалкогольсинтазы (ЭАС). Геном огурца (*Cucumis sativus*) был расшифрован. Вследствие аннотации генома было обнаружено 4 гена, кодирующих ферменты семейства CYP74. Эти ферменты относятся к подсемействам CYP74A, B и C. CYP74C31 проявляет свойства ЭАС, АОС и ГПЛ с одним из субстратов. Аналогичные результаты были получены для рекомбинантного CYP74C1_CS. CYP74B6 проявляет свойства ЭАС, либо ГПЛ. Фермент CYP74A проявляет свойства АОС. Кроме того, впервые были получены и охарактеризованы мутантные формы ферментов CYP74C31 и CYP74C1_CS с заменами аминокислот в каталитически важных сайтах. Эти результаты показывают, что все изученные предполагаемые ГПЛ CYP74C и CYP74B являются универсальными ГПЛ/ЭАС, которые могут быть мутированы в специфичные АОС. Исследования были поддержаны грантами РФФИ 18-04-00508 и 18-34-01012-мол_а; МК5989.2018.4.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Toporkova Y.Y., Gorina S.S., Bessolitsyna E.K., Smirnova E.O. Fatykhova V.S., Brühlmann F, Ilyina T.M., Mukhtarova L.S., Grechkin A.N. Double function hydroperoxide lyases / epoxyalcohol synthases (CYP74C) of higher plants: identification and conversion into allene oxide synthases by site-directed mutagenesis // BBA – Molecular and Cell Biology of Lipids. 2018. S1388-1981(18)30005-2. DOI: 10.1016/j.bbalip.2018.01.002

Возьмите на заметку:

Изученные предполагаемые ГПЛ *Cucumis sativus* подсемейств CYP74C и B проявляют нетипичные каталитические свойства являются универсальными дуалистичными ГПЛ/ЭАС, которые могут быть превращены в специфичные АОС путем сайт-направленного мутагенеза.



Содержание биологически активных соединений в растениях семейства сложноцветных

Аттобрах Н.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-50
E-mail: nanaa2brah2487@yahoo.com

В последнее время остро стоит вопрос по выделению из растений веществ, которые используются человеком в лекарственных целях. В частности к таким веществам относится витамин С и фенольные соединения. В качестве объектов исследования служили растения семейства сложноцветные – *Solidago virgaurea L.*и *Solidago canadensis L.* Целью нашей работы явилось изучение общего содержания фенольных веществ и витамина С. В результате проведения количественного анализа биологически активных веществ *S. virgaurea* и *S. canadensis*, произрастающих в Пестречинском районе Республики Татарстан методом спектрофотометрии, было показано, что наибольшее количество витамина С содержится в листьях и цветках *S. virgaurea.* Максимальное содержание фенольных соединений было обнаружено в цветках *S. canadensis* (53,1 мг/г) и *S. virgaurea* L. (47,2 мг/г). Не было статистически значимой разницы в содержании фенольных соединений в листьях исследуемых растений.

Таким образом, растения рода *Solidago* являются богатым источником биологически активных веществ.

Возьмите на заметку:

Растения рода *Solidago* являются богатым источником биологически активных веществ.

Иммуногистохимический анализ абсцизовой кислоты (АБК), ауксина индолилуксусной кислоты (ИУК) и HvPIP2 аквапоринов в зародышах дефицитного по АБК мутанта ячменя и его исходного сорта в процессе прорастания семян

Ахиярова Г.Р.[1], Шарипова Г.В.[1], Иванов Р.С.[1], Веселов Д.С.[1], Веселов С.Ю.[2], Кудоярова Г.Р.[1]

[1]Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия,
[2]ФГБОУ ВПО "Башкирский государственный университет", Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-51
E-mail: akhiyarova@rambler.ru

Поступление воды в прорастающие семена через водный каналы аквапорины – важный процесс, обеспечивающий активацию метаболизма и увеличение объема клеток. С помощью метода иммунолокализации оценено распределение аквапоринов, ИУК и АБК в прорастающих семенах дефицитного по АБК мутанта ячменя (AZ34) и его исходного сорта (Steptoe). Содержание PIP2;1, PIP2;2 и PIP2;5 аквапоринов ячменя было ниже в корнях прорастающих зародышей дефицитного по АБК мутанта ячменя AZ34. Пониженная способность мутанта к накоплению АБК проявлялась в более слабом окрашивании колеоризы AZ34 по сравнению с Steptoe. Не зафиксировано отличий по окрашиванию на ИУК между Steptoe и AZ34 ни в колеоризе, ни в корнях растений. Известно, что АБК способна повышать уровень аквапоринов в сформированных корнях, что соответствует нашим данным о более высоком уровне аквапоринов в корнях прорастающих зародышей Steptoe. Вместе с тем, повышенный уровень аквапоринов у Steptoe был нами зарегистрирован в корнях, а АБК – в колеоризе. Это могло быть связано с тем, что синтез аквапоринов происходил до прорастания, когда уровень АБК у растений Steptoe мог быть повышенным не только в колеоризе, но и корнях (РФФИ 170401477)

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tretyakova I.N. et al. Content and immunohistochemical localization of hormones during in vitro somatic embryogenesis in long-term proliferating Larix sibirics cultures // Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC) (2019) 136:511–522. https://doi.org/10.1007/s11240-018-01533-y

Возьмите на заметку:

Показана возможность использования специфических антител для одновременной иммунолокализации аквапоринов, ИУК и АБК на одних и тех же объектах зародышей.

Действие минеральных удобрений на начальном этапе онтогенеза растений

Ахтямова Г.А., Чиков В.И.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-52
E-mail: guzel1697@mail.ru

Известно, что удобрения негативно влияют на прорастание и ростовые процессы растений на начальных этапах онтогенеза растений. С целью проверки этого явления и наметить пути его решения, были проведены производственные опыты на посевах ячменя. Для этого в стандартной зерновой сеялке СЗС-3,6 состоящей из 24 сошников, в одной трети (8) все было оставлено как обычно — в каждый сошник поступали семена и удобрения по агротехническим нормам. В оставшихся 16 сошниках каналы по которым к семенам поступают удобрения были перекрыты. Так как у каждого сошника без удобрений с одной стороны всегда находился сошник с удобрениями, то растения по мере роста могли рядом достать минеральное питание. Это позволяло повысить эффективность использования удобрений. Проведенный затем (по рядам) анализ числа всходов, формирующихся побегов и их массы, показал, что такой подход позволяет повысить всхожесть семян на 25-30%. Кроме того, дополнительное применение стимулятора оттока ассимилятов (аммиакаты) позволило в два раза увеличить число формирующихся побегов и массы растений к фазе трубкования.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Чиков В.И., Ахтямова Г.А., Баташева С.Н., Дюрбин Д.С., Тагиров М.Ш., Блохин В.И. Корнеобразование на ранних этапах онтогенеза ячменя разного морфобиотипа // Нива Татарстана. 2017. №3-4 С. 50-52.

Chikov V.I., Akhtyamova G.A. and Batasheva S N. 2018. Ecocatastrophe Caused by Artificial Fertilizers can and should be Prevented // Agricultural Research & Technology. Volume 15 Issue 5 - April 2018. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2018.15.555967

Возьмите на заметку:

Проведенные опыты со всей очевидностью указывают на необходимость разделения при посеве потоков семян и удобрений. Это позволит существенно сократить применение минеральных удобрений в сельском хозяйстве и повысить эффективность их использования.

Взаимодействие этилена и ауксина в регуляции удлинения корней

Ахтямова З.А., Коробова А.В., Васинская А.Н., Иванов И.И., Кудоярова Г.Р.

Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-53
E-mail: akhtyamovazarina@gmail.com

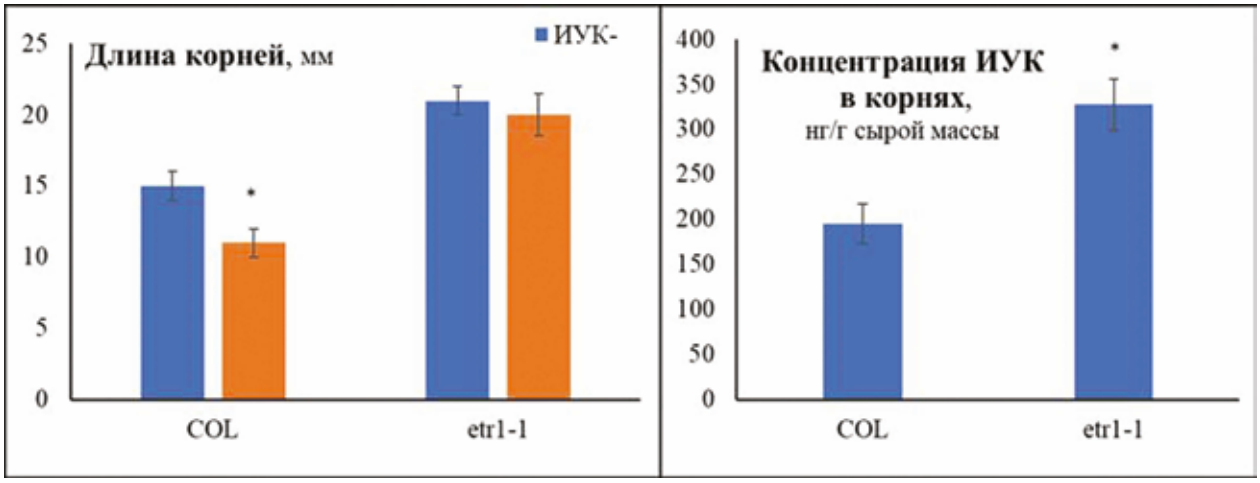
Целью работы было выяснить, влияет ли ауксин на рост корней напрямую или опосредованно через этиленовый сигналинг. Объектом исследования были растения экотипа Columbia (COL) и их нечувствительный к этилену мутант *etr1-1*. Корни *etr1-1* были на 20% длиннее, чем у COL, что соответствует ингибирующему влиянию этилена на удлинение корней, и в них уровень ИУК был выше (327,4 и 195,2 нг/г сырой массы у *etr1-1* и COL, соответственно). Это могло быть связано с отсутствием чувствительности к этилену, поскольку обработка ингибитором рецепции этилена 1-МЦП трансгенных растений, несущих чувствительную к ауксину конструкцию DR5::GUS, приводила к усилению окрашивания, что подтверждает повышения уровня ауксинов при ингибировании рецепции этилена. Экзогенная ИУК ингибировала и удлинение, и накопление массы корней COL, тогда как у *etr1-1* ИУК не влияла на длину корней. Это объясняет формирование более длинных корней на фоне высокого уровня ИУК у мутантных растений. Масса корней *etr1-1* была на 30% меньше, чем у COL, что могло быть связано с накоплением в них ИУК. Этилен, по-видимому, регулирует содержание ИУК в корнях растений, способствуя накоплению ими массы.

РФФИ (№ 18-34-00239).

Возьмите на заметку:

1. Корни нечувствительных к этилену растений были более длинными, несмотря на высокий уровень в них ауксина.

2. Ингибирование удлинения корней ауксинами зависит от чувствительности растений к этилену.



Изучение колонизации меристемных растений картофеля ризосферным штаммом *Streptomyces flavogriseus* ТК-5 в монокультуре и в ассоциации с *Agrobacterium tumefaciens* СТ-1

Бакулина А.В., Назарова Я.И., Широких И.Г.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный аграрный научный центр СевероВостока имени Н.В. Рудницкого", Киров, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-54

E-mail: drugaeann1@rambler.ru

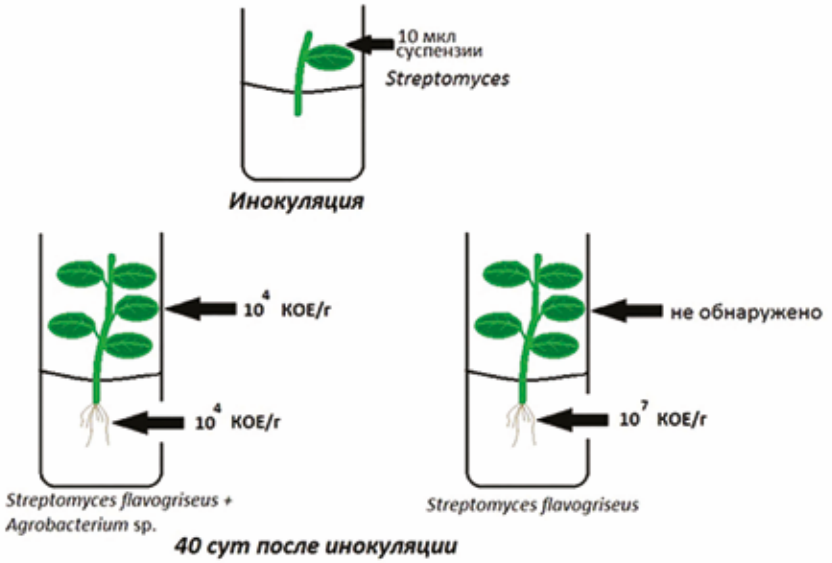
Из ризосферы *Solanum lycopersicum* L. выделен штамм *Streptomyces* sp. ТК-5, обладающий фиторегуляторными (продукция ИУК (52 мкг/мл)) и биоконтрольными (подавляет *Fusarium culmorum* и *Psevdomonas putida*) свойствами. Согласно молекулярно-генетическому анализу, первоначально *Streptomyces* sp. ТК-5 находился в ассоциации с *Agrobacterium tumefaciens* СТ-1, а после многократной ступенчатой очистки и выделения в чистую культуру был идентифицирован как *Streptomyces flavogriseus* (сходство последовательности гена 16S рРНК – 99%). Чистую и ассоциированную с агробактерией культуры *S. flavogriseus* ТК-5 использовали для инокуляции меристемного картофеля Пранса, путем нанесения 10 мкл суспензии (10^8-10^{10} КОЕ/мл) на лист черенка. Методом посева из гомогенатов надземной и корневой массы растений установлены значительные различия в колонизации тканей *S. flavogriseus* и *S. flavogriseus* + *A. tumefaciens*. Спустя 40 сут после инокуляции монокультурой стрептомицет обнаруживался только в корнях ((6,2±0,15)×10^7КОЕ/г), тогда как при инокуляции растений ассоциацией, численность *S. flavogriseus* ТК-5 в надземной части ((7,4±6,42)×10^4КОЕ/г) и в корнях ((1,5±1,02)×10^4КОЕ/г) картофеля практически не различалась.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Мерзаева О.В., Широких И.Г. Колонизация актиномицетами различных родов прикорневой зоны растений // Микробиология (2006) 75(2):271-276.

Мерзаева О.В., Широких И.Г. Образование ауксинов эндофитными актинобактериями озимой ржи // Прикладная биохимия и микробиология (2010) 46(1): 51-57.

Назарова Я.И. и др. Гемагглютинирующая способность стрептомицетов из ризосферы некоторых представителей Solanaceae // Сб. тезисов междунар. науч. конф. PLAMIC2018 (2018) 206.



Везикулярный транспорт: роль в солеустойчивости растений

Балнокин Ю.В., Сергиенко О.В., Халилова Л.А., Орлова Ю.В., Мясоедов Н.А., Ралдугина Г.Н., Беляев Д.В., Карпычев И.В.

Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-55
E-mail: balnokin@mail.ru

Способность поддерживать низкое содержание Na+ и Cl^- в цитоплазме при высоких концентрациях NaCl в среде является одной из основных характеристик солеустойчивых растений. Поступающие в цитоплазму ионы выводятся назад в наружную среду или депонируются в вакуолях. Продемонстрировано, что важный вклад в экспорт Na+ и Cl^- из цитоплазмы вносит перенос веществ с помощью везикул. Две ветви везикулярного транспорта (эндоцитоз и секреторный путь) вовлечены в регуляцию содержания ионных транспортеров в мембранах и, таким образом, в поддержание Na+ и Cl^- - гомеостаза клеток. Содержание ионных транспортеров в мембранах изменяется в ответ на внешние стимулы, в частности, на изменения концентрации NaCl в среде и регулируется внутренними факторами, например, Rab5 малыми ГТФазами. Наряду с регуляцией содержания ион-транспортирующих белков в мембранах везикулы осуществляют непосредственно перенос Na+ и Cl^- в вакуоль, понижая этим их концентрации в цитоплазме. Показано, что в условиях солевого шока благодаря эндоцитозу происходит интернализация ионов Na+ , находящихся в наружной среде, с последующим слиянием Na+ - содержащих эндосом с вакуолями. Этот процесс особенно широко распространен у галофитов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Орлова Ю.В. и др. Участие эндоцитоза в поглощении ионов натрия клетками суспензионной культуры Arabidopsis thaliana (L.) Neynh. // Биологические мембраны (2018) 35: 309 - 317. doi:10.1134/S1990747818050045.

Халилова Л.А. и др. Морфофизиологический анализ мутанта ara7 Arabidopsis thaliana в условиях солевого стресса // Известия Уфимского научного центра РАН (2018) 3: 74 - 80. doi: 10.31040/2222-8349-2018-4-3-107114

Механизмы повреждения семян рапса при длительном хранении и ускоренном старении

Банкин М.П.[1], Царев А.А.[2], Билова Т.Е.[1], Пожванов Г.А.[1], Вихнина М.В.[2], Лукашева Е.М.[2], Фролов А.А.[2], Медведев С.С.[1], Смоликова Г.Н.[1]

[1]Кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Кафедра биохимии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-56
E-mail: mikle.p.bankin@gmail.com

Старение семян рассматривают как накопление повреждений, приводящих к нарушению их функций вплоть до потери жизнеспособности. При оптимальных условиях повреждения накапливаются медленно, и семена могут поддерживать жизнеспособность годами (длительное хранение, ДХ). При повышенной влажности и температуре, старение проходит за несколько дней (ускоренное старение, УС). Мы провели метаболомный и протеомный анализ семян рапса после 4 лет ДХ и 1 суток УС (всхожесть 91%) и после 9 лет ДХ и 7 суток УС (всхожесть 46%). ДХ и УС инициировали изменение содержания 96 и 63 белков, соответственно. ДХ вызывало снижение содержания БТШ 70, LEA-белков, круциферина, мирозиназы и цитокератина. УС приводило к снижению содержания LEAбелков, дегидринов, БТШ 70, Cu/Zn-супероксиддисмутаз, а также ферментов, участвующих в репарации ДНК и белков. Сравнение метаболитных профилей, полученных при помощи ГХ-МС, методами МГК и ПЛС-ДА, показало значимые биохимические различия между ДХ и УС. При этом, в обоих случаях наблюдалось снижение содержания альфа- и гамма-токоферолов и накопление ненасыщенных жирных кислот. Работа поддержана грантом РНФ № 16-16-00026.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Frolov A. et al. Mining seed proteome: from protein dynamics to modification profiles // Biological Communications (2018) 63(1): 43-58.https://biocomm.spbu.ru/article/view/810/897

Antonova K. et al. Analysis of Chemically Labile Glycation Adducts in Seed Proteins: Case Study of MethylglyoxalDerived Hydroimidazolone 1 (MG-H1) // International Journal of Molecular Sciences (2019): preprints 2018120126

Возьмите на заметку:

Повреждение семян при длительном хранении и ускоренном старении происходит разными метаболическими путями. Это связано, в первую очередь, с разным уровнем влагосодержания семян (5 и 10%, соотвественно).

Влияние эдафических стрессовых факторов на компартменты растительной клетки

Баранова Е.Н., Гулевич А.А.

ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-57
E-mail: greenpro2007@rambler.ru

Различные условия связанные с недостатком или избытоком влаги, недостатком кислорода, неоптимальным значением pH (высокая или низкая кислотность), наличием токсичных ионов и органических токсикантов вызывают значительные модификации отдельных клеточных компартментов, выражающихся в изменении их структуры и функциональной активности. Мы установили, что изученные воздействия вызывают специфические изменения конформации ядерных доменов (изменение степени конденсации хроматина, структурной организации хромонемы и других компонентов ядрышка и ядерных телец). Другой крайне чувствительной структурой является митохондрия, переформирующая мембранную структуру в соответствие с расположением клетки в ткани. Пластиды обладают способность значительно менять свою структуру, размер, форму, количество запасных веществ. Изменения цитоскелета приводят к нарушению роста и дифференцировки, вызывая нарушение конформации клеток, деформации развития. Повреждения системы эндоплазматического ретикулума, диктиосом и вакуолей могут сказываться в изменении их взаиморасположения, существенном нарушении количества и соотношений, а также индуцировать процессы аутофагии и образование рициносом.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Баранова Е.Н. и др. Ультраструктурная организация доменов клеточного ядра некоторых двудольных и однодольных растений при действии абиотических стрессовых факторов // Российская сельскохозяйственная наука (2017) 10.3103/S1068367417030041

Baranova и др. Ultrastructural Changes of Organelles in Root Cap Cells of Tobacco Under Salinity // In Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences. (2019) Vol. 73, N1, pp. 47-55. 10.2478/prolas-2019-0007

Возьмите на заметку:

Изучена реорганизация ядер, пластид, митохондрий и других компартментов с учетом обратимости преобразований с анализом физической составляющей воздейсвий.

Работа проведена в рамках ГЗ АААА-А18-118051890089-0 и при поддержке гр. РФФИ 19-016-00207.

Оксид азота на перекрестке метаболических путей

Баташева С.Н.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-58
E-mail: sbatasheva@mail.ru

Ранее в наших исследованиях предполагалось, что действие нитрата на фотосинтетический метаболизм углерода и транспорт ассимилятов может быть опосредовано образованием сигнальной молекулы - оксида азота. Однако более подробный анализ указывает на то, что за сходными эффектами нитрата и NO могут стоять совершенно разные механизмы. В то время как повышение содержания нитратов является показателем условий, благоприятных для роста растений, NO, в первую очередь, является сигналом, свидетельствующим о стрессе. Это подтверждается сравнением действия нитрата и оксида азота на рост корней и соотношение массы корней и надземной части растений ячменя сорта 60-08, выращиваемых в песке при ежедневном поливе растворами KNO_3 (10mM) и нитропруссида натрия (10μM). Контролями служили растения, поливаемые водой, а также растения, выращенные в почве. Полив растений нитратами приводил к повышению отношения массы побега к массе корней и уменьшению количества корней, в то время как нитропруссид повышал число и длину корней.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

С. Н. Баташева и др. Влияние донора оксида азота — нитропруссида натрия — на фотосинтез и ультраструктуру листовых пластинок льна-долгунца // Физиология растений. – 2010. – Т. 57, № 3. – С. 398-403

Возьмите на заметку:

Образование NO из нитрита занимает центральное положение в механизме дифференциации растением стрессовых и благоприятных условий, что необходимо для управления распределением потоков углерода между разными метаболическими путями

Микроклональное размножение винограда

Батукаев А.А.[1,2], Собралиева Э.А.[1,2], Батукаев М.С.[2], Идрисова М.Ш.[2]

[1]ФГБОУ ВО "Чеченский государственный университет", Грозный, Россия,
[2]ФГНУ "Чеченский научно-исследовательский институт сельского хозяйства", Грозный, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-59
E-mail: batukaevmalik@mail.ru

Проведенные исследования показали, что на первом этапе выращивания (2 недели) часть меристем введенные в культуру *in vitro* (40-60%), начали некротизировать. Оставшиеся меристемы через месяц после посадки развились в микропобеги размерами 2...2,5 мм. Степень приживаемости апикальных меристем на этапе введения в культуру *in vitro* на уровне 50% Прижившиеся апикальные меристемы, пересадили в биологические пробирки размером 40 х 120 мм, в течение 45...55 дней образовались регенеранты размерами 6...10 см. Далее эти микрорастения были расчеренкованы и получены микроклоны. На этапе пересадки кластер-побегов приживаемость их достаточно высокая, 75%90%. В течение 55...60 дней кластеров образовались регенеранты растений размерами 6...10 см. Далее мы приступили к их клональному микроразмножению. Растения-регенеранты разрезали на фрагменты, включавшие узел с листом и почкой (нижняя часть междоузлия длиннее верхней на 1...2 см). Полученные микрочеренки высаживали в биологические пробирки (40 х 120 мм) на агаровую питательную среду так, чтобы нижняя часть междоузлия была погружена в агар. Пробирки закрывали фольгой и помещали их в культуральную комнату с соответствующими методике условиями.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Батукаев М.С., Дадаева Т.А., Батукаев А.А. Способ микрочеренкования винограда in vitro // Проблемы развития АПК региона//Научно-практический журнал-Махачкала-2018. № 2(34) -с. 22-26.

2. Batukayev A.A., Palaeva D.O., Batukaev M.S., Sobralieva E.A. In Vitro Reproduction and Ex Vitro Adaptation of Complex Resistant Grape Varieties. International Conference on Smart Solutions for Agriculture (Agro-SMART 2018) Advances in Engineering Research, Volume 151, p. 895-899.

Возьмите на заметку:

Приживаемость апикальных меристем, из которых вырастает растение *in vitro* 8-10 см, дает возможность дальнейшего их культивирования и размножения (путем повторного черенкования), при котором возможно получение оздоровленного посадочного материала.

Совместное действие цинка и никеля на редокс-баланс и гомеостаз железа у растений мимулюса крапчатого

Башмакова Е.Б., Пашковский П.П.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-60
E-mail: elenab_77@mail.ru

Проблема адаптации растений к комбинированному загрязнению среды тяжелыми металлами (ТМ) представляет большой научный интерес. Известно, что в определенных сочетаниях ТМ могут проявлять антагонистический и/или синергический характер взаимодействий на уровне физиологических и биохимических процессов. Предметом нашего исследования явилось изучение совместного действия Zn и Ni, поскольку взаимодействие этих элементов в растении может приводить не только к нарушениям клеточного редокс-баланса, но и гомеостаза Fe. Работа выполнена на растениии-исключателе ТМ *Mimulus guttatus* DC. Были использованы методы пламенной фотометрии, масспектрометрии, спектрофотометрии, гистохимии и световой микроскопии. Получены данные о взаимодействии процессов поглощения, транслокации, аккумуляции и распределения в надземных органах Zn и Ni; о влиянии Zn и Ni на поглощение, транслокацию и содержание в листьях Fe. Установлены причина недостатка Fe в листьях и двойственный (антагонистический и синергический) характер взаимодействия Zn и Ni в функционировании глутатион-пероксидазной системы. Результаты исследования свидетельствовали как о негативном, так и позитивном характере взаимодействия Zn и Ni в растении.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Башмакова Е.Б. и др. Возможные механизмы развития дефицита железа у растений мимулюса крапчатого в условиях совместного действия солей никеля и цинка // Физиология растений (2015) 62: 814-826. doi: 10.7868/S0015330315060020

Башмакова Е.Б. и др. Совместное действие цинка и никеля на состояние глутатионовой системы у растений мимулюса крапчатого // Физиология растений (2016) 63: 668-678. doi: 10.7868/S001533031605002X

Возьмите на заметку:

Характер взаимодействий (антагонизм или синергизм) Zn и Ni в растении зависит от соотношения между молярными концентрациями ионов Zn и Ni в среде, а также конститутивных особенностей поглощения ионов этих металлов, специфики метаболизма растений.

Роль метилжасмоната в регуляции водного обмена и модификации клеточной стенки при осмотическом стрессе

Безрукова М.В., Лубянова А.Р., Масленникова Д.Р., Плотников А.А., Шакирова Ф.М.

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-61

E-mail: mbezrukova@mail.ru

Методами световой и конфокальной лазерной микроскопии выявлено, что обработка 100 нМ метилжасмонатом (МеЖ) оказала предадаптирующий эффект на растения пшеницы, приводя к утолщению клеточных стенок эндо- и экзодермы с прилегающим к ней слоем первичной коры и образованию поясков Каспари, что, может способствовать уменьшению потери воды в условиях действия 12% ПЭГ. Предобработка МеЖ уменьшала индуцированный засухой дисбаланс фитогормонов и стресс-индуцированное накопление агглютинина зародыша пшеницы (АЗП), что способствовало улучшению показателей водного обмена и нормализации ростовых процессов, а также интенсификации повышения концентрации пролина. Снижение стресс-индуцированного накопления уровня АБК и АЗП в клетках тканей предобработанных МеЖ проростков и активация водного обмена свидетельствует о способности этих растений поддерживать близкий к норме водный баланс и рост за счет регуляции метаболизма. Близкие результаты получены в предобработанных 44 нМ БАП корнях пшеницы. Совокупность полученных данных свидетельствует, что формирование комплекса защитных реакций под влиянием МеЖ осуществляется с участием эндогенных цитокининов. Работа поддержана грантом РФФИ № 17-04-01853_а.

Возьмите на заметку:

Выявлена способность вовлечения эндогенных цитокининов в регуляцию метилжасмонатом водного обмена и модификацию клеточной стенки пшеницы при осмотическом стрессе.

Взаимодействие между ко-микросимбионтами, имеющими комплементарные наборы симбиотических генов в реликтовых бобово-ризобиальных системах

Белимов А., Сазанова А., Чирак Е., Кузнецова И., Андронов Е., Китаева А., Цыганов В., Тихонович И., Сафронова В.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-62
E-mail: v.safronova@rambler.ru

Два ризобиальных штамма *Mesorhizobium japonicum* Opo-235 и *M. kowhaii* Ach-343 были изолированы из клубеньков растений *O. popoviana* и *A. chorinensis* - реликтовых бобовых Прибайкальского региона. Анализ геномов штаммов показал, что наборы их симбиотических генов различаются и дополняют друг друга по ряду nod, nif и fix локусов. Эффекты от моно- и ко-инокуляции растений *Astragalus sericeocanus, Oxytropis caespitosa, Glycyrrhiza uralensis, Medicago sativa* и *Trifolium pratense* штаммами Opo-235 и Ach-343, мечеными флуоресцентными белками EGFP и mGherry, были изучены в условиях вегетационного опыта. Показано, что оба штамма обладают широким спектром хозяйской специфичности, включающим растения триб Galegeae и Trifolieae. Эффект от совместного воздействия ко-микросимбионтов на растения был разным и варьировал от уменьшения до увеличения симбиотических параметров (количества клубеньков, активности азотфиксации и биомассы растений). Дальнейшее изучение клубеньковых бактерий, имеющих комплементарные наборы симбиотических генов, внесет вклад в изучение эволюции бобово-ризобиального симбиоза и механизмов эффективной интеграции между партнерами.

Работа выполнена при поддержке РНФ (16-16-00080).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Safronova V.I. et al. Bosea vaviloviae sp. nov. a new species of slow-growing rhizobia isolated from nodules of the relict species Vavilovia formosa (Stev.) Fed // Antonie van Leeuwenhoek (2015) 107:911–920. doi:10.1007/s10482015-0383-9.

Safronova V. et al. Taxonomically different co-microsymbionts of a relict legume Oxytropis popoviana have complementary sets of symbiotic genes and together increase the efficiency of plant nodulation // MPMI (2018) 31:833-841. doi:10.1094/MPMI-01-18-0011-R.

Возьмите на заметку:

Ризобиальные штаммы *Mesorhizobium japonicum* Opo-235 и *M. kowhaii* Ach-343, изолированные из клубеньков реликтовых бобовых растений и имеющие разные наборы симбиотических генов, могут повышать эффективность симбиоза при совместной инокуляции.

Взаимосвязь механизмов адаптации растений к токсичным металлам и интеграции с симбиотическими микроорганизмами

Белимов А.А.[1], Вишнякова М.А.[2], Шапошников А.И.[1], Азарова Т.С.[1], Макарова Н.М.[1], Сексте Э.А.[1], Семенова Е.В.[2], Косарева И.А.[2], Сафронова В.И.[1]

[1]ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии", Санкт-Петербург, Россия,
[2]Институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-63
E-mail: belimov@rambler.ru

Симбиотические микроорганизмы служат ключевым элементом в доступности питательных и токсичных элементов в почве и адаптации растений к неблагоприятным почвенным факторам. Наши исследования показали, что чувствительные к Cd генотипы гороха были более эффективными в использовании защитного потенциала симбиоза с *Glomus* sp. для компенсации их дефицита в устойчивости к Cd. Рост-стимулирующей эффект бактерии V*ariovorax papadoxus* 5C-2 отрицательно коррелировал с устойчивостью и концентрацией Cd в побегах у 11 сортов *Brassica juncea* L. Czern. Показано, что внутривидовая изменчивость гороха по устойчивости к Al связана с его иммобилизацией в ризосфере и поддержанием гомеостаза питательных элементов. Впервые селектированы и изучены микроорганизмы, повышающие pH ризосферы и иммобилирующие Al и улучшающие поглощение питательных элементов растениями. Обнаружены корреляции фенотипических и связанных с адаптацией к металлом признаков. Эти наблюдения указывают на эволюционный процесс, отражающий способность растений адаптироваться к неблагоприятным условиям окружающей среды за счет взаимодействия с микроорганизмами. Работа выполнена при поддержке РНФ (14-16-00137, 16-16-00080 и 17-14-01363).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Belimov A.A. et al. Role of plant genotype and soil conditions in symbiotic plant-microbe interactions for adaptation of plants to cadmium polluted soils. Water, Air and Soil Pollution (2015) 226:264, doi:10.1007/s11270-015-2537-9.

Belimov A.A. et al. The cadmium tolerant pea (Pisum sativum L.) mutant SGECdt is more sensitive to mercury: assessing plant water relations. Journal of Experimental Botany (2015) 66: 2359-69. doi:10.1093/jxb/eru536.

Возьмите на заметку:

Существует эволюционный процесс, отражающий способность растений адаптироваться к неблагоприятным условиям окружающей среды не за счет собственных механизмов устойчивости, а путем их делегирования симбиотическим микроорганизмам.

Механизмы протективного действия *Rhodococcus eritropolis* на растения, растущих в условиях нефтяного загрязнения

Беловежец Л.А.[1], Третьякова М.С.[2], Маркова Ю.А.[2]

[1]Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН, Иркутск, Россия,
[2]ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-64
E-mail: lyu-sya@yandex.ru

Наши исследования посвящены экзометаболитам *Rhodococcus eritropolis,* перспективным микроорганизмом для биоремедиации нефтезагрязненных почв, в том числе и для совместной био- и фиторемедиации. Ранее мы показали, что *Rhodococcus eritropolis* снимает негативное воздействие нефти в модельном экспериментена семенах редьки масличной. На данном этапе мы выявили наличие в супернатанте микроорганизма биосурфактантов (индекс эмульгирования составлял 100, показатель гидрофобности - 77.94±0.5, показатель гидрофобности клеточной стенки– 78 %). Мы также обнаружили в супернатантах присутствие ауксинов (активность подтверждена биотестами). Микроскопия зоны всасывания показала, что в присутствии микроорганизма в условиях нефтезагрязнения внешний вид корневых волосков не отличается от контроля, тогда как у корешков, выросших без *Rhodococcus eritropolis,* развития корневых волосков практически ненаблюдается, сам корень покрыт тонкой пленкой нефти. Таким образом, *Rhodococcus eritropolis* оказывает защитное действие на растения, выросшие на загрязненных нефтью субстратах в основном за счет наличия биосурфактантов, что приводит к эмульгации нефтяной пленки с поверхности корня.

Роль антиоксидантов в формировании устойчивости растений чая

Белоус О.Г., Платонова Н.Б.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур», Сочи, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-65

E-mail: oksana191962@mail.ru

Растения чая находятся под постоянным действием гидротермических стрессоров, изучение формирования антиоксидантного защитного механизма является актуальным. Количественный состав компонентов антиоксидантной системы варьирует в зависимости от ряда факторов. Установлено, что наибольшее количество хлорофиллов синтезируется в начале активной вегетации (май) (1,335 мг/г). В засушливый период (июнь - август) повышается синтез каротиноидов (0,305; 0,295 мг/г соответственно). Пик синтеза теафлавинов и теарубигинов приходится на июнь (0,094 мг/г; 1,194 мг/г). Активность фермента пероксидазы с наступлением стрессового периода усиливается. В содержании антиоксидантов наблюдаются сортовые различия. Чай мутантных форм № 582 и № 855 по содержанию теафлавинов показал самые высокие значения, по содержанию теарубигинов выделяются формы № 582 и № 3823. Наибольшее содержание витамина С наблюдается у сорта Сочи. Наибольшая Р-витаминная активность зафиксирована у форм №№ 855, 582. По количественному содержанию катехинового комплекса близок к контрольному сорту зеленый чай формы № 582. Низкое содержание веществ катехиновой группы характерно для форм № 3823, 855 и 2264.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Белоус О.Г., Платонова Н.Б. Динамика накопления антиоксидантов в чае (Camellia sinensis (L.) Kuntze) в условиях субтропиков России// Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира: матер. VIII Меж. науч.-пр.конф. 2018 :26-27

Platonova N. et all/ The composition and content of phenolic compounds in tea, grown in humid subtropics of Russia// Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2019. 13(1): 32-37. doi: https://doi.org/10.5219/990

Возьмите на заметку:

В состав антиоксидантной системы входят компоненты, обуславливающие вкусовые качества чая, их важность для человека несомненна.

Содержание варьирует в зависимости от погодных условий, сорта, зрелости листа, переработки и многих других факторов.

Устойчивость морской красной макроводоросли *Chondrus pinnulatus* к фотоокислительному стрессу, вызванному видимой и УФ радиацией

Белоциценко Е.С.

ФГБУН "Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского" ДВО РАН, Владивосток, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-66

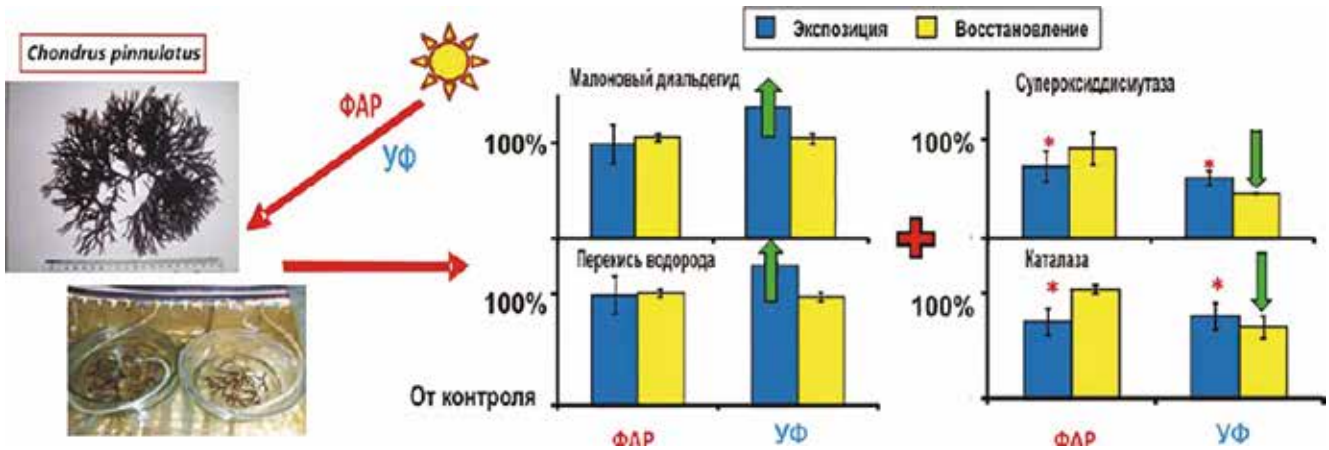
E-mail: belotsitsenko_es@mail.ru

Устойчивость макроводорослей к фотоокислительному (ФОС) стрессу, вызванному высокими интенсивностями падающей солнечной радиации (видимый и УФ свет), определяется балансом между уровнем продукции активных форм кислорода (АФК) и способностью к их нейтрализации ферментативными и неферментативными компонентами антиоксидантной системы (АОС). Сведения о специфичности действия видимого и УФ света на функционирование ферментативной АОС макроводорослей ограничены. В нашей работе экспериментально показано, что общей закономерностью при действии высоких интенсивностей видимой и УФ радиации является постэкспозиционное снижение активности супероксиддисмутазы (СОД) и каталазы (КАТ) в тканях *Chondrus pinnulatus*. При этом инактивация СОД и КАТ у *C. pinnulatus* приобретает необратимый характер только при действии УФ, что, по-видимому, и обуславливает низкую стрессустойчивость водоросли к данному типу стресса. Обнаружены также различия в чувствительности ферментов аскорбат-глутатионового цикла к видимой и УФ радиации: высокие интенсивности видимого света вызывают снижение активности глутатионредуктазы (ГР), а УФ облучение – инактивацию аскорбатпероксидазы (АПО).

Возьмите на заметку:

Красная макроводоросль *Chondrus pinnulatus* более чувствительна к ФОС, вызванному УФ радиацией по сравнению с видимым светом.

Низкая стресс-устойчивость *C. pinnulatus* к УФ обусловлена необратимой инактивацией супероксиддисмутазы и каталазы.



Транзиентная экспрессия гетерологичных генов в растениях - новые возможности для функциональной геномики растений, на примере гетерологичной Δ9 ацил-липидной десатуразы

Берестовой М.А., Павленко О.С., Тюрин А.А., Сидоров Р.А., Голденкова-Павлова И.В.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-67
E-mail: m.berestovoy1181@gmail.com

Транзиентная экспрессия гетерологичных генов использована для оценки роли гетерологичной Δ9 ацил-липидной десатуразы при ее локализации в различных компартментах клетки на жирнокислотный (ЖК) состав суммарных липидов у двух видов табака – N. benthamiana и N. excelsior. Используя экспрессионные вектора, несущие последовательности нативного и рекомбинантного гена Δ9-десатуразы с лидерными последовательностями для разной локализацией его белкового продукта, в цитоплазме, хлоропластах и ЭПР нами (1) доказано, что лидерные последовательности обеспечивают корректную локализацию белкового продукта рекомбинантного гена в целевых компартментах растительной клетки: в хлоропластах, в ЭПР и в цитоплазме; (2) убедительно продемонстрирована специфичность гетерологичной Δ9 десатуразы в зависимости от ее локализации в растительной клетке и вида растения; (3) оценен вклад Δ9 десатуразы в модуляцию состава и массовой доли насыщенных и ненасыщенных ЖК суммарных липидов, и (4) установлено, что эти показатели зависят, как от локализации Δ9 десатуразы в растительной клетке, так и видовой принадлежности растения.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tyurin A.A. et al. Simple and Reliable System for Transient Gene Expression for the Characteristic Signal Sequences and the Estimation of the Localization of Target Protein in Plant Cell. RJPP. 2017. 64 (5). 672–679. DOI: 10.1134/S1021443717040173

M. A. Berestovoy et al. Transient Gene Expression for the Characteristic Signal Sequences and the Estimation of the Localization of Target Protein in Plant Cell. Bio-Protocol. 2018. 8 (4). http://www.bio-protocol.org/e2738. DOI:10.21769/BioProtoc.2738

Возьмите на заметку:

Оптимальный компартмент для функционирования гетерологичной Δ9 десатуразы: для *N. benthamiana* – хлоропласты, для *N. excelsior* – ЭПР.

Метаболомный подход в исследовании старения и воздействия абиотического стресса на функциональную активность клубеньков растений гороха *(Pisum sativum* L.*)*

Билова Т.Е.[1], Чанцева В.В.[1], Дорн М.[2], Лукашева Е.М.[3], Чекина А.А.[3], Осмоловская Н.Г.[1], Шумилина Ю.С.[3], Романовская Е.В.[3], Гришина Т.В.[3], Балке Г.У.[4], Цыганов В.Е.[5], Жуков В.А.[6], Фролов А.А.[3]

[1]Кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Департамент биоорганической химии, Лейбниц-Институт Биохимии Растений, Галле/Заале, Германия,
[3]Кафедра биохимии, Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия,
[4]Департамент биологии клетки и метаболизма, Лейбниц-Институт Биохимии Растений, Галле/Заале, Германия,
[5]Лаборатория молекулярной и клеточной биологии, Всероссийский НИИ Сельскохозяйственной Микробиологии, Санкт-Петербург, Россия,
[6]Лаборатория генетики растительно-микробных взаимодействий, Всероссийский НИИ Сельскохозяйственной Микробиологии, Санкт-Петербург, Россия

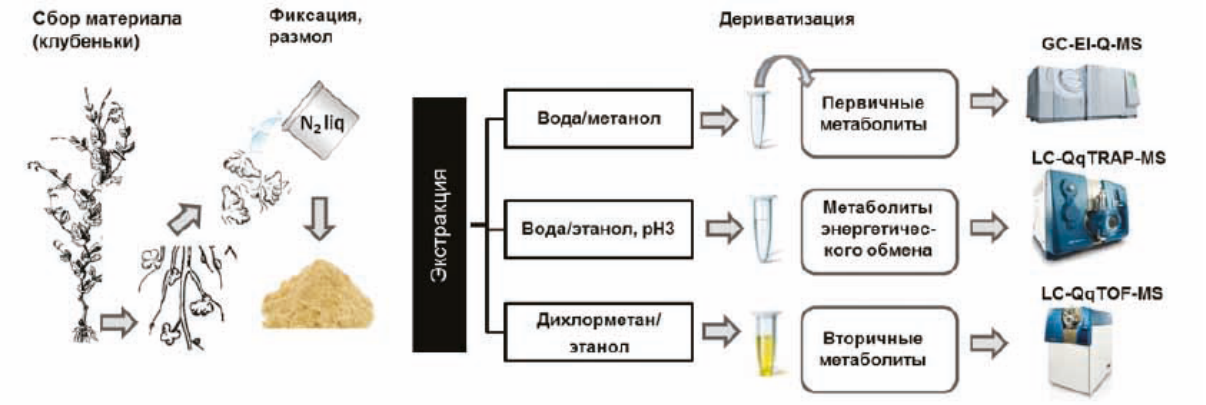
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-68
E-mail: bilova.tatiana@gmail.com

Продуктивность сельскохозяйственно-ценных бобовых культур зависит от эффективности бобоворизобиального симбиоза, уменьшающейся с возрастом клубеньков. Ранее нами было показано, что старение листьев сопровождается перестройками метаболизма и гликоокислительным повреждением белков. Более того, аналогичные изменения протеома наблюдались и в клубеньках корней бобовых растений. Поэтому, целью данной работы явилось изучение возрастных изменений метаболизма корневых клубеньков в контексте возможного (глико)окислительного повреждения белка. Для этого было проведено комплексное изучение метаболома клубеньков 4-, 5- и 7-недельных растений гороха, включающее анализ первичных и вторичных метаболитов методами газовой (GC-MS), а также ультравысокоэффективной жидкостной обращённо-фазовой и ион-парной хромато-масс-спектрометрии (UHPLC-QqTOF- и QqQ-MS). Кроме того, был оценен вклад кратковременной засухи, приложенной на этапе созревания семян, в наблюдаемые паттерны метаболитов. Идентификация основывалась на сравнении масс-спектров аналитов с данными спектральных библиотек. Были выявлены метаболиты, регулируемые при старении клубеньков. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 17-16-01042.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Bilova et al. Global Proteomic Analysis of Advanced Glycation End Products in the Arabidopsis Proteome Provides Evidence for Age-related Glycation Hotspots// J. Biol. Chem. (2017) 292: 15758-15776. doi:10.1074/jbc. M117.794537

Matamoros et al. Protein Carbonylation and Glycation in Legume Nodules// Plant Physiology (2018) 177:1510-1528. doi: 10.1104/pp.18.00533.



Роль фитогормонов и генов их метаболизма при адаптации растений ячменя к радиационному воздействию

Битаришвили С.В., Волкова П.Ю., Бондаренко В.С.

ФГБНУ ВНИИРАЭ, Обнинск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-69
E-mail: bitarishvili.s@gmail.com

Изучение механизмов формирования ответных реакций растений на стресс является важнейшей задачей физиологии растений. Сильный стресс, в т.ч. радиационный, приводит к угнетению роста и гибели растения, слабый стресс запускает адаптивные механизмы, при которых нередко наблюдается стимуляция роста и развития растений. Ключевая роль в формировании адаптивных реакциях растений отводится гормональной системе. В работе представлены механизмы адаптации гормональной системы проростков ячменя на ранних этапах прорастания в результате γ-облучения семян в широком диапазоне доз. Изучено содержание основных классов фитогормонов: ИУК, ИМК, заетин, АБК и их соотношение в разных частях проростков методом УВЭЖХ. Оценена транскрипционная активность генов биосинтеза и катаболизма гиббереллинов и АБК в зародышах семян ячменя в динамике прорастания методом ОТ-ПЦР в реальном времени. Показано, что низкодозовое γ-облучении семян приводит к глубоким изменениям фитогормонального баланса и транскрипционной активности генов метаболизма фитогормонов, которые создают условия для стимуляции роста и развития растений ячменя. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 19-04-00152).

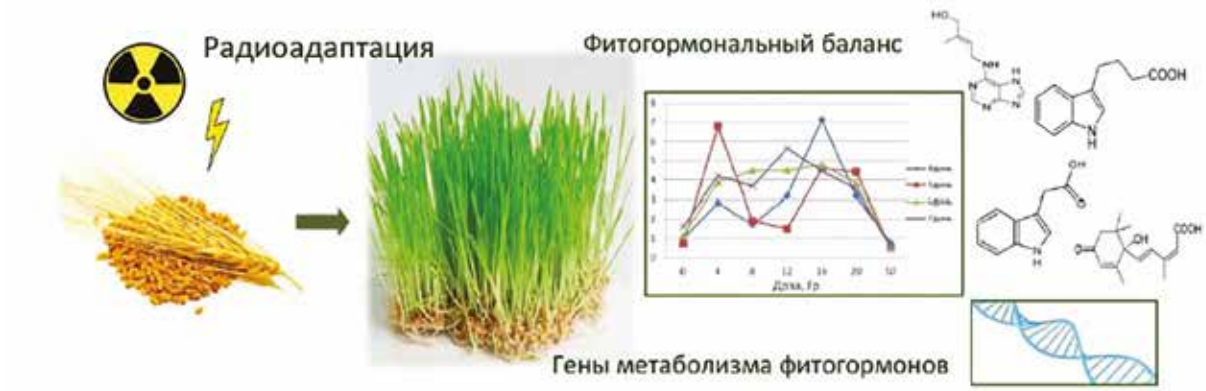
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Битаришвили С.В. и др. Влияние γ-облучения семян на фитогормональный статус проростков ячменя // Физиология растений (2018) 65 223–231. doi:10.7868/S0015330318030065.

Битаришвили С.В. и др. Влияние γ-облучения на экспрессию генов, кодирующих ферменты метаболизма абсцизовой кислоты в зародышах семян ячменя // Экологическая генетика (2018) 16 85–89. doi: 10.17816/ecogen16485-89

Возьмите на заметку:

Низкодозовое γ-облучении семян ячменя приводит к сдвигам в фитогормональном балансе проростков и изменяет экспрессию генов метаболизма фитогормонов. Подобные изменения создают условия для стимуляции роста и развития растений ячменя.



Влияние полигидроксилированного фуллерена С60 на устойчивость растений огурца к недостатку железа

Битюцкий Н.П.[1], Якконен К.Л.[1], Лукина К.А.[1], Семенов К.Н.[1], Панова Г.Г.[2]

[1]ФГБО ВО "Санкт-Петербургский государственный университет",Санкт-Петербург, Россия
[2]ФГБНУ "Агрофизический научно-исследовательский институт", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-70
E-mail: bityutskii@mail.ru

Работа направлена на разработку фундаментальных основ применения углеродных наноструктур – полигидроксилированного фуллерена $C_{60}(OH)_{22-24}$ (фуллеренола) – для регуляции питания растений железом (Fe). Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения устойчивости растений к дефициту Fe – распространенному заболеванию сельскохозяйственных культур. В условиях гидропоники изучали влияние фуллеренола в комбинации с разными источниками Fe (FeII-ЭДТА, FeIII-ЭДТА) на рост и питание растений огурца (*Cucumis sativus*). Исключение из состава питательного раствора FeII-ЭДТА сопровождалось менее интенсивным снижением концентрации хлорофилла в листьях по сравнению с FeIII-ЭДТА. Различия были обусловлены более высоким накоплением Fe в апопласте корня при снабжении растений FeII-ЭДТА в период предобработки. Антихлорозный эффект FeII-ЭДТА усиливался при наличии в среде фуллеренола (2 мг/л). Повидимому, фуллеренол может препятствовать окислению в апопласте биологически доступных форм FeII, стимулируя тем самым вторичную мобилизацию этого микроэлемента в растительных тканях при его дефиците.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-016-00003а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Panova G.G. и др. Impact of polyhydroxy fellerene (fullerol or fullerenol on growth and biophysical characteristics of barley seedlings in favourable and stressful conditions // Plant Growth Regulation (2016) 79 (3): 309-317. doi.org/10.1007/s10725-015-0135-x

2. Semenov K. N. и др. Fullerenols: Physicochemical properties and applications // Progress in Solid State Chemistry (2016) 44 (2): 59-74. doi.org/10.1016/j.progsolidstchem.2016.04.002

Возьмите на заметку:

1. Исключение из раствора FeII-ЭДТА сопровождалось менее резким снижением концентрации хлорофилла в листьях огурца, чем исключение FeIII-ЭДТА.

2. Фуллеренол способен усиливать антихлорозный эффект, вызываемый предобработкой растений FeII-ЭДТА.

Репрограммирование микроспор гороха на спорофитный путь развития

Бобков С.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур", Орел, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-71
E-mail: svbobkov@gmail.com

Получение гаплоидов перспективно для генетических исследований и ускорения селекционного процесса. В культуре изолированных пыльников гороха *(Pisum sativum* L.*)* получены морфогенные, эмбриогенные каллусы и растения-регенеранты. Происхождение несколько растений-регенерантов из микроспор культивируемого *in vitro* пыльника подтверждено с использованием морфологических маркеров. В культуре изолированных микроспор гороха обнаружены признаки перехода микроспор на спорофитный путь развития, получены многоклеточные структуры и микрокаллусы. Изучение температурного стресса (+4°С… +35°С) показало, что обработка изолированных бутонов гороха низкой положительной температурой +4°С в течение 7 суток является лучшим вариантом для стимулирования спорофитного развития микроспор. Установлено, что оригинальные питательные среды с низким содержанием сахарозы более эффективно поддерживают инициацию эмбриогенных каллусов и эмбриоидов. Показано, что субкультивирование эмбриогенных каллусов на питательных средах, традиционно используемых для морфогенеза побегов, способствует их переходу от эмбриогеного развития к формированию морфогенных тканей и массовой регенерации побегов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Bobkov S. Obtaining calli and regenerated plants in anther cultures of pea // Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (2014) 50 (2): 123-129.

2. Bobkov S.V. Initiation of microcalluses in culture of pea isolated microspores // Asia Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology (2018) 26 (3): 20-26.

Возьмите на заметку:

1. В результате андрогенеза гороха получены микрокаллусы, эмбриогенные каллусы и растения-регенеранты.

2. Показана способность эмбриогенных каллусов гороха к формированию морфогенных тканей и массовой регенерации побегов.

Культура *in vitro* в сохранении местных сортов винограда в Таджикистане

Бободжанова Х.И.

Таджикский национальный университет, Центр биотехнологии, Душанбе, Таджикистан
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-72
E-mail: bobojankh_7@bk.ru

Из коллекционных участков, фермерских и частных хозяйств страны собрана коллекция винограда. Собранные в коллекции сортов винограда хранятся в условиях открытого грунта опытного участка, в защищенном грунте в культуральных комнатах и в культуре *in vitro*, в условиях светокультуральных комнат. Коллекция сортов винограда в культуре *in vitro* в Таджикистане создана впервые. Для сортов, введенных в культуру i*n vitro,* изучена регенерационная способность эксплантов, методики культивирования *in vitro,* ризогенеза и адаптации. Показано, что обеспечение оптимальных условий роста и развития растений в культуре *in vitro* позволяет реализовать высокие коэффициенты размножения сортов, уровень укоренения в культуре *in vitro* и адаптации *ex vitro.* Проведенные работы позволили создать предпосылки для организации банка местных сортов винограда *in vitro* при температуре +4°С для среднесрочного хранения, оздоровления от вирусных патогенов в культуре *in vitro,* с перспективой последующего тиражирования сертифицированного по мировым стандартам посадочного материала наиболее перспективных и адаптированных сортов, возвращению их в аграрное производство.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ясаулова Ш.К. и др. Эффективность введения в культуру in vitro винограда таджикского сортимента // Плодоводство: науч. тр (2015) 27: 271-278

Бабаева С.Х. и др. Эффективность ризогенеза в культуре in vitro и адаптация ex vitro некоторых ранних сортов винограда // Плодоводство: науч. тр (2016) 28: 322-329

Бободжанова Х.И. и др. Исследование оптимальной концентрации ИМК на ризогенез микрорастений винограда //Вестник Таджикского национального университета, сер.естеств.наук (2017) 4:290-295

Биохимическая и экофизиологическая характеристика штамма-продуцента липидов *Chlorella* sp. IPPAS C-1210

Бобровникова Л.А.[1], Пахолкова М.С.[2], Сидоров Р.А.[3], Синетова М.А.[3]

[1]Биотехнологический факультет, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия,
[2]Северный Арктический Федеральный Университет им. М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия,
[3]Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия

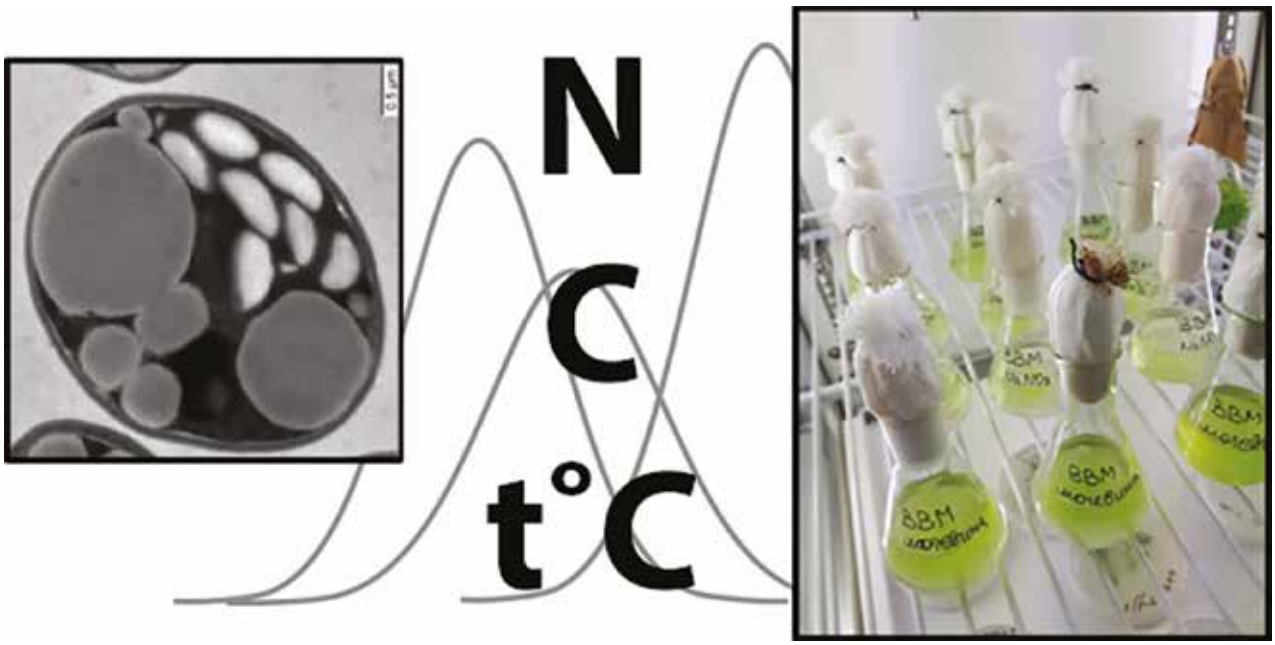
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-73

E-mail: bobrenok.lida@yandex.ru

Штамм *Chlorella* sp. IPPAS C-1210 был выделен и очищен до аксенически чистого из накопительной культуры, полученной из пробы, отобранной из пресного оз. Иссык (Казахстан). Этот штамм является продуцентом триацилглициридов, запасая их в вакуолях в цитоплазме и может потенциально использоваться в производстве биотоплива, в фармакологической промышленности и в других областях биотехнологии. Задачей данной работы является биохимическая и экофизиологическая характеристика штамма *Chlorella* sp. IPPAS C-1210 с целью оптимизации его роста и продуктивности. Изучается влияние на рост температуры (24 -42 °C), различных источников азота (мочевина, нитрат, аммоний, дрожжевой экстракт, триптон, казеиновый гидролизат) и углерода (CO_2 , глюкоза, манноза, галактоза, глицерин, ацетат, на свету и в темноте). Рост культуры оценивается спектрофотометрически по оптической плотности, измеренной при 750 нм.

Возьмите на заметку:

Продуктивность штамма *Chlorella* sp. IPPAS C-1210 зависит от температуры и используемых в составе питательной среды источников азота и углерода.



Экологическая пластичность растений кальцефитов

Богданова Е.С., Розенцвет О.А., Нестеров В.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-74
E-mail: cornales@mail.ru

Растения кальцефиты формируют большинство степных сообществ, благодаря большей экологической пластичности по сравнению с видами, неспособными заселять меловой субстрат и карбонатные обнажения. Данные о структурных и функциональных особенностях кальцефитов, обеспечивающих адаптации к специфическим условиям среды, ограничены. Изучены физиологические и биохимические показатели (оводненость тканей, пигментный состав, интенсивность перекисного окисления липидов, общее содержание липидов) 23-х видов кальцефитов 15 семейств, различающихся по жизненной форме и режиму увлажнения. Кластерным анализом выявлена степень родства физиолого-биохимических признаков растений разных жизненных форм. Наибольшее сходство отмечено между травянистыми многолетниками, полукустарничками и вечнозелеными полукустарничками. Обособленно распределились однолетние травы и кустарники.

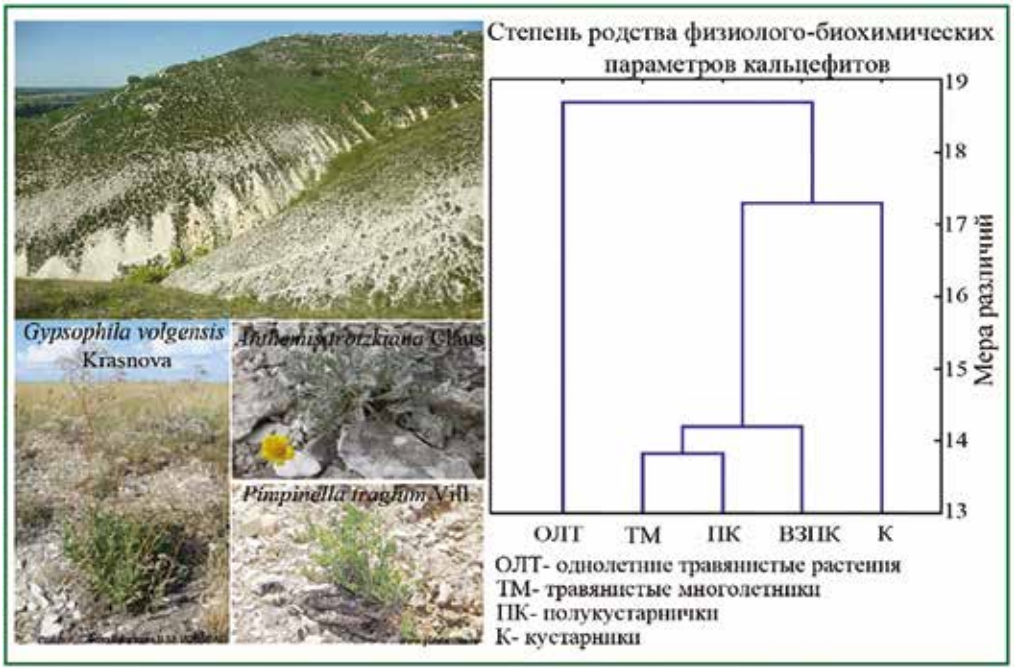
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Богданова Е.С., Нестеров В.Н., Розенцвет О.А. Оценка эколого-физиологического состояния кальцефитов правобережья Средней Волги // Ботанический журнал (2018) 11: 1390–1406. doi: 10.7868/S0006813618110029

Богданова Е.С., Розенцвет О.А., Оценка физиолого-биохимического состояния реликтового вида Globularia punctata в условиях Среднего Поволжья // Сборник материалов ОФР 2018. doi: 10.31255/978-5-94797-319-8139-142.

Возьмите на заметку:

Обнаружена положительная корреляция между содержанием сухой массы и интенсивностью перекисного окисления липидов (r=0.61 при p<0.005), а также содержанием сухой массы и общих липидов (r= 0.56 при p<0.005)



Структурная организация корня томата в условиях хлоридного засоления *in vitro*

Богоутдинова Л. Р.[1], Баранова Е. Н.[1], Лазарева Е. М.[2], Смирнова Е. А.[2], Халилуев М. Р.[1]

[1] ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", Москва, Россия,
[2] ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-75
E-mail: bogoutdinova_lr@rambler.ru

Цитологические параметры часто используют как маркеры устойчивости растений к абиотическим стрессам. Целью исследования являлось изучение влияния NaCl-засоления in vitro на структурную организацию корня двух генотипов томата (*Solanum lycopersicum* L.), различающихся по солеустойчивости. Проростки культивировали на среде MS без засоления, после чего переносили на среду MS для индукции ризогенеза с 0250 мМ NaCl и фиксировали корни для световой микроскопии и иммуноцитохимического анализа тубулинового цитоскелета. В ходе исследования отмечено изменение длины клеток эпидермиса (при 25 и 150 мМ NaCl у линии ЯЛФ, и при 50 и 150 мМ NaCl у сорта Рекордсмен). Выявлены различия между генотипами по площади клеток первичной коры, центрального цилиндра и соотношению площади ядрышка к ядру в этих клетках. У неустойчивой линии ЯЛФ дезорганизация цитоскелета и изменение плотности пучков микротрубочек зафиксировано при меньшей концентрации соли по сравнению с сортом Рекордсмен. Установлено, что цитологические показатели корня томата исследуемых генотипов в условиях засоления *in vitro* имеют существенные различия, при этом сорт Рекордсмен более устойчив к солевому стрессу, чем линия ЯЛФ.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Богоутдинова Л.Р., Баранова Г.Б., Баранова Е.Н., Халилуев М.Р Сравнительная анатомо-морфологическая характеристика клеток эпидермиса и паренхимы коры гипокотиля двух генотипов томата в условиях хлоридного засоления in vitro // Сельскохозяйственная биология (2016) 3: 318-326

Возьмите на заметку:

Изменения структуры клеток и тканей корня, вызванные различными концентрациями хлорида натрия в условиях *in vitro,* могут применяться как маркеры для оценки солеустойчивости генотипов томата.

Влияние мелатонина на старение листьев *Lychnis chalcedonica* L. под действием селективного света

Бойко Е.В., Головацкая И.Ф., Плюснин И.Н., Симон Е.В., Калинчева А.Н.

ФГБО ВПО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", Биологический институт, Томск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-76

E-mail: caterinasoloveva@gmail.com

Мелатонин (Мел) – вещество индольной природы – снижает повреждающее действие целого ряда абиотических факторов, действуя в качестве антиоксиданта. Остается открытым вопрос о влиянии Мел на старение листьев растений и зависимости его эффектов от света. В связи с этим целью исследования стало изучение влияния Мел на старение листовых дисков *Lychnis chalcedonica* L. в темноте (Тем), на красном (КС) и синем свету (СС). Диски из розеточных листьев 2-месячных растений были помещены в дистиллированную воду (контроль) или водные растворы 0,1 пМ и 1 мкМ Мел («Sigma» США) (опыт) в Тем или под свет в течение 10 сут. Критерием старения листовых дисков служил уровень фотосинтетических пигментов, определенный спектрофотометрически. Нами было показано, что КС и СС снижал уровень пигментов в дисках с увеличением времени действия по сравнению с Тем. С увеличением продолжительности действия Мел и его концентрации ускорялось старение дисков в Тем. В противоположность этому, на свету уровень пигментов повышался. Наибольший положительный эффект Мел отмечен на КС в течение 10 сут для обеих концентраций, тогда как на СС максимум на 3 (0,1 пМ) и 7 (1 мкМ) сут. Вывод: Мел повышал фотоустойчивость пигментов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

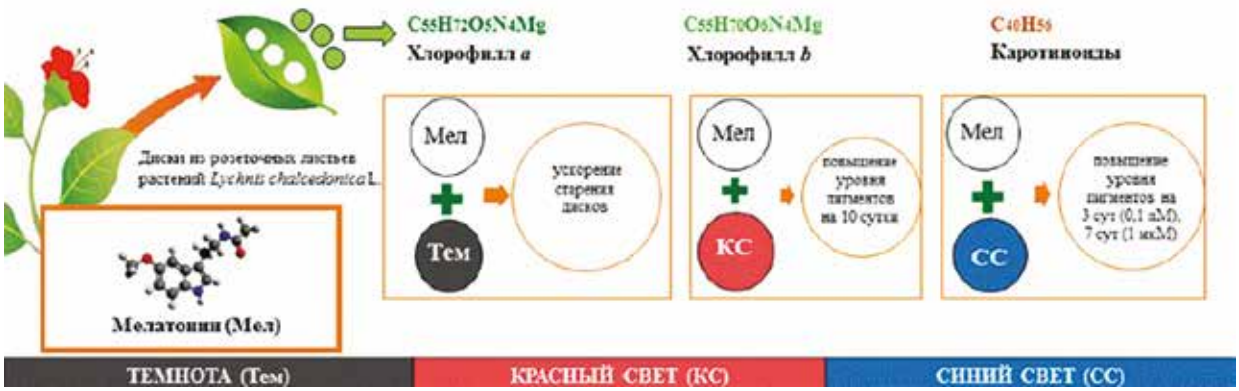
Головацкая И.Ф., Бойко Е.В., Карначук Р.А. Роль мелатонина в регуляции ИУК-зависимых реакций растений в разных условиях освещения // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология (2017) 37: 144–160. DOI:10.17223/19988591/37/8

Головацкая И.Ф. и др. Возрастные морфофизиологические и биохимические изменения у растений Lactuca sativa L. под влиянием селена и света разной интенсивности // Сельскохозяйственная биология (2018) 53: 1025-1036. doi:10.15389/agrobiology.2018.5.1025rus

Возьмите на заметку:

1. Эффективность мелатонина в регуляции уровня фотосинтетических пигментов в листьях лихниса обусловлена условиями освещения.

2. На процессы старения листовых дисков лихниса оказывает влияние концентрация и длительность воздействия мелатонина.



Двигатели тока воды в растениях: вопросы и ответы

Болондинский В.К.

ФГБУН "Институт леса Карельского научного центра РАН", Петрозаводск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-77
E-mail: bolond@krc.karelia.ru

В посадках на южной окраине г. Петрозаводска изучали CO_2-газообмен стволов двух форм саженцев *Betula pendula*: обычной березы повислой (БП) и карельской березы (БК). Использовалась газометрическая система Li-6200 (Li-Cor, USA) с набором камер оригинальной конструкции. Определяли также концентрацию пигментов в хлоренхиме и разных слоях коры, а также величину пропускания ФАР феллемой/ берестой и корой. У БК, в связи с большей толщиной феллемы пропускание света берестой с возрастом побегов уменьшалось намного быстрее, чем у БП. При диаметре стволов 40 мм разница становилась пятикратной. У БП хлорофиллоносный слой обнаруживался вплоть до корневой шейки (диаметр 7 см), хотя береста здесь пропускала только около 0,5 % ФАР. Величины реассимиляции коррелировали с содержание пигментов в хлоренхиме, с величиной пропускания ФАР феллемой и толщиной бересты. Реассимиляция у побегов составляла до 40-55% от эмиссии CO_2 в темноте и вносила значительный вклад в формирование углеродного баланса биогеоценоза. Работа выполнена в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН (проект № 0220-2014-0010) и при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 17–04–01087-а).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Болондинский В.К., Виликайнен Л.М. Исследование дыхания ветвей и стволов карельской березы и березы повислой // Труды Карельского научного центра РАН. Серия Экспериментальная биология. 2015. № 12. С. 66-79. DOI: 10.17076/eb249

Болондинский В.К., Холопцева Е.С. Исследования фотосинтеза и транспирации у карельской березы и березы повислой. Труды Карельского научного центра РАН. Серия Экспериментальная биология. 2013. №3. С. 173–178.

Возьмите на заметку:

Разница величин пропускания ФАР феллемой у БП и БК увеличивается с возрастом побегов, что отражается на содержании пигментов в коре и реассимиляции CO_2 в хлоренхиме.

Исследование дает доп. информацию для объяснения феномена карельской березы.

Противовоспалительная активность растений рода *Prunella*

Болотник Е.В.

Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-78
E-mail: lizavb@yandex.ru

В результате проведенного исследования химического состава видов местной Уральской флоры черноголовки обыкновенной *(Prunella vulgaris* L.) и черноголовки крупноцветковой (*Prunella grandiflora* L.) выявлено присутствие розмариновой кислоты в высокой концентрации. Во всех изученных сообществах у обоих видов доминирует розмариновая кислота: у *P. grandiflora* она составляет 70-89 % от суммы фенолкарбоновых кислот, у *P. vulgaris* – 82-88 % . В листьях *P. grandiflora* отмечено до 12,5 % от суммы феруловой кислоты, до 9,9 % – сиреневой кислоты, до 5,8 % – n-кумаровой кислоты, до 2,8 % – кофейной кислоты. В *P. vulgaris* отмечено до 10,7 % сиреневой кислоты от суммы кислот, остальные исследуемые вещества не превышали 3,8 %. С учетом изученного биохимического состава, разработаны композиции для местного применения, обладающие противоспалительным, ранозаживляющим и противоожоговым действием, содержащие в качестве активной субстанции 5% сухого экстракта из растительного сырья черноголовки с содержанием 60% розмариновой кислоты. Отмечена безопасность применения композиций и более активное заживление термических ожогов в опытных группах в среднем на 37 суток по отношению к контролю.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Болотник, Е.В. Патент 2552790 С1 Российская Федерация, МПК A61K36/53 , A61P17/02. Противоожоговая композиция / Болотник Е.В., Алексеева Л.И., Ларионов Л.П., Гаврилов А.С.; заявитель и патентообладатель ФГБУН Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, ФГБУН Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук – №2014100947/15; заявл. 13.01.14; опубл. 10.06.15.

Возьмите на заметку:

Качественный состав фенолкарбоновых кислот у растений *P.vulgaris и P.grandiflora* не различается, меняется их количественное соотношение.

Этанольный экстракт листьев *P.vulgaris и P.grandiflora* обладает выраженной противовоспалительной активностью.

Уменьшение антенны фотосистемы 2 – универсальный механизм приспособления растений к стрессовым условиям

Борисова-Мубаракшина М.М., Руденко Н.Н., Журикова Е.М., Найдов И.А., Игнатова Л.К., Балашов Н.В., Ветошкина Д.В., Иванов Б.Н.

Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пущино, Московская обл., Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-79
E-mail: ivboni@rambler.ru

Уменьшение размера антенны фотосистемы 2 при увеличении освещенности следствие прекращения биосинтеза периферических белков антенны, что, как считалось, обусловлено возрастанием степени восстановления пула пластохинона в тилакоидных мембранах. Нами установлено, что сигналом к данной акклимационной перестройке является повышенное содержание пероксида водорода, образующегося в реакции пластогидрохинона с супероксидным анион-радикалом. Содержание пероксида водорода увеличивается при действии ряда стрессовых факторов, и мы предположили, что уменьшение размера антенны фотосистемы 2 происходит и при увеличении содержания соли, и при уменьшении содержания влаги в почве. Измерения характеристик антенны фотосистемы 2 с помощью JIP-теста, соотношения содержания хлорофиллов a и b, содержания белков антенны и уровня экспрессии генов, кодирующих эти белки, показали, что в указанных условиях размер антенны действительно уменьшается. При этом не меняются величины темнового квантового выхода и индекса производительности. Таким образом, как и при повышении освещенности, в условиях засоления и засухи уменьшение размера антенны фотосистемы 2 - способ защиты ее компонентов от деструкции.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

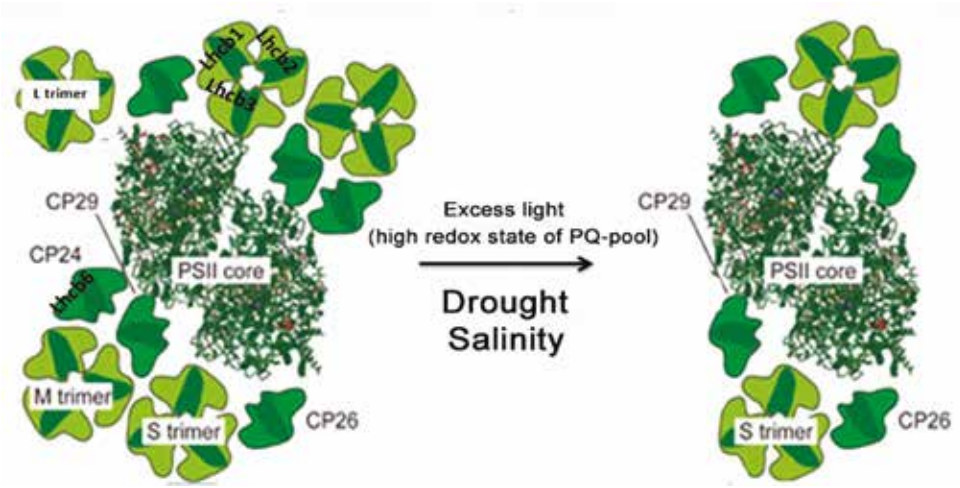
Borisova-Mubarakshina MM, Ivanov BN, ..., Bassi R (2015) Long-term acclimatory response to excess excitation energy: evidence for a role of hydrogen peroxide in the regulation of photosystem II antenna size. J Exp Bot 66:7151– 7164.

Ivanov BN, ... (2018) Formation mechanisms of superoxide radical and hydrogen peroxide in chloroplasts, and factors determining the signalling by hydrogen peroxide. Funct Plant Biol 45:102–110.

Возьмите на заметку:

Сигналом к уменьшению размера антенны ФС2 является повышение содержания пероксида водорода в листьях.

При засухе и засолении, как и при избыточной освещенности, уменьшение размера антенны ФС2 - способ защиты фотосистемы 2 от деструкции.



Наиболее важные для развития морозоустойчивости дегидрины озимой пшеницы

Боровский Г.Б.[1], Боровик О.А.[1], Горбылева Е.Л.[1], Грабельных О.И.[1], Дорофеев Н.В.[1], Катышев А.И.[1], Коротаева Н.Е.[1], Кузмицкая П.В.[2], Поморцев А.В.[1], Пятрикас Д.В.[1], Степанов А.В.[1], Урбанович О.Ю.[2], Федосеева И.В.[1], Федяева А.В.[1]

[1]ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия,
[2]Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-80
E-mail: borovskii@sifibr.irk.ru

Несмотря на многолетние исследования, ключевые для морозоустойчивости дегидрины (dhn) пшеницы неизвестны. Для исследования важнейших для развития морозоустойчивости озимой пшеницы генов dhn с помощью ДНК-микрочипов была проанализирована экспрессия генов на уровне транскриптома в условиях закаливания при низких положительных (этап I) и отрицательных температурах (этап II) в двух различающихся по морозостойкости сортах озимой пшеницы – Иркутская и Память. Наибольшие различия в изменении экспрессии генов наблюдались в условиях II-го этапа закаливания. При этом возрастало более чем в 2 раза количество транскриптов: в с. Память - 3628 генов, в с. Иркутская – 2489, причем повышение экспрессии 1861 из них наблюдалось в обоих сортах. Всего на этапах закаливания достоверно повышалась более чем в два раза экспрессия 13 dhn. Во всех условиях в обоих сортах повышенной была экспрессия только 8 dhn. Наиболее существенные различия в уровне экспрессии в исследованных сортах пшеницы наблюдали у генов Wcor726 (этапы I и II), rab (этап I) и Wzy1-1 (этап I).

Исследование поддержано грантами РФФИ №18-54-00026, №17-54-04076 и БРФФИ Б18Р-166.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Borovskii G.B. et al. Accumulation of dehydrin-like proteins in the mitochondria of cereals in response to cold, freezing, drought and ABA treatment // BMC Plant Biology (2002) 2: 5. doi: https://doi.org/10.1186/1471-2229-2-5

Korotaeva N. et al. Seasonal changes in the content of dehydrins in mesophyll cells of common pine needles // Photosynth. Res. (2015) 124: 159–169. doi: 10.1007/s11120-015-0112-2

Возьмите на заметку:

Наиболее существенные различия в уровне экспрессии генов дегидринов в отличающихся по морозостойкости сортах пшеницы при закаливании наблюдали у генов Wcor726 (этапы I и II), rab (этап I) и Wzy1-1 (этап I).

Ответные реакции *Triticum aestivum* L. и *Secale cereale* L. на изменение pH корневой среды

Боталова К.И.

ПГНИУ, Пермь, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-81
E-mail: botalova.ksyu@list.ru

Исследована динамика активности пероксидаз, содержания пероксида водорода, пролина, флавоноидов и органических кислот в листьях пшеницы яровой и ржи озимой под воздействием кислой (pH=3) и щелочной (pH=10) реакции корневой среды. Полученные результаты обсуждались на основе теории окислительного стресса и механизмов pH-стата клетки. Установлена активизация редокс-процессов, которая проявилась в усиленной динамике содержания пероксида водорода и повышенной пероксидазной активности. Мобилизация защитных систем растений отчетливо выражена в накоплении низкомолекулярных полифункциональных соединений, таких как, пролин и флавоноиды. Одновременно адаптационная направленность процессов различалась по вариантам опыта; на фоне кислой среды в листьях пшеницы аккумулировался пролин, а на щелочной среде – преимущественно накапливались флавоноиды. Рожь при изменении pH корневой среды отличалась усиленной активностью пероксидаз и аккумуляцией пролина, чем пшеница. Прослежена относительно устойчивая тенденция к уменьшению суммы яблочной, лимонной и янтарной кислот. Наблюдаемое изменение в содержании кислот – участников цикла Кребса рассматривается как проявление механизма pH-стата.

Влияние атмосферных осадков на морозостойкость представителей семейства Caprifoliaceae A. L. Jussien. в условиях Южного берега Крыма

Браилко В.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», Ялта, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-82

E-mail: valentina.brailko@yandex.ru

Ассортимент декоративных растений для зеленого строительства может быть значительно обогащен и качественно улучшен за счет жимолостных (Caprifoliaceae A.L. Jussien), которые до настоящего времени слабо используются в декоративном садоводстве Крыма по причине недостаточной изученности их устойчивости к абиотическим стрессорам данного региона. Особенностью климата Южного берега Крыма является крайняя неустойчивость и непостоянство температуры воздуха в зимнее время (при абсолютном минимуме –5,4°…–14,6 °С постоянно наблюдаются чередование оттепелей и заморозков, высокая влагообеспеченность зимнего периода – 246-270 мм). Исследования проводили в период 2012-2018 гг. Изучены представители родов *Lonicera* L., *Weigela* Thunb. и *Abelia* R.Br. методом прямого промораживания в климатической камере «Gruland» и «Votch-4004» (диапазон температур от –4 до –25°С) с учетом выпавших в период исследований осадков. Определена максимальная гидратация тканей листьев и побегов вечнозеленые представителей (L. *fragrantissima, L. nitida, L. pileata, A. grandiflora*), побегов – у *L. japonica, L. caprifolium, W*. cv.Kosteriana Variegata, *W.* cv. Red Prince, что приводит к снижению уровня морозостойкости на 5-38%.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Браилко В.А. Морозостойкость и зимостойкость некоторых листопадных видов рода Lonicera L. в условиях интродукции на Южном берегу Крыма // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки (2017) 22 (5-1) 770-776

Возьмите на заметку:

Избыточные осадки приводят к снижению уровня морозостойкости представителей семейства жимолостных до сублетального, а иногда и до критического уровня.

Регуляторный модуль "АФК-ионный транспорт" в контроле роста пыльцевых трубок голосеменных и покрытосеменных растений

Брейгина М.А., Максимов Н.М., Подолян А.О., Клименко Е.С.

ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-83

E-mail: pollen-ions@yandex.ru

Пыльцевая трубка семенных растений – удобный в использовании модельный объект, характеризующийся полярным ростом. За счет этого процесса мужской гаметофит доставляет спермии к зародышевому мешку, обеспечивая успех половой репродукции. Пыльцевая трубка хорошо изучена, и цитологические процессы, лежащие в основе полярного роста, в общих чертах ясны. В настоящий момент внимание исследователей сосредоточено на функционировании ключевых регуляторных систем: кальция, рецепторных киназ, АФК, - и смещается в сторону взаимодействия этих систем, то есть, функционирования комплексных «регуляторных модулей». Мы использовали два модельных объекта: пыльцевые трубки лилии и ели, кардинально различающиеся по скорости роста и организации цитоплазмы. Для исследования регуляторного модуля применяли несколько подходов: картирование мембранного потенциала вдоль трубок, оценку уровня [Ca^{2}+] и pH цитозоля, субклеточную локализацию АФК, регистрацию их выделения в среду. В ходе работы обнаружили участие как эндогенных, так и экзогенных АФК в регуляции ионного транспорта; у ели и лилии были выявлены кардинальные различия в функционировании модуля. Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 19-04-00282).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Breygina M.A. et al. Hydrogen peroxide affects ion channels in lily pollen grain protoplasts // Plant Biology (2016) 18:761–767. DOI: 10.1111/plb.12470

Breygina M. et al.Bipolar pollen germination in blue spruce (Picea pungens) // Protoplasma (2019) [online first] DOI: 10.1007/s00709-018-01333-3

Maksimov N. et al. The role of reactive oxygen species in pollen germination in Picea pungens (blue spruce) // Plant Reproduction (2018) 18:761–767. DOI: 10.1007/s00497-018-0335-4

Возьмите на заметку:

Активные формы кислорода - универсальные регуляторы полярного роста у голосеменных и цветковых растений.

Ключевыми мишенями для АФК в растущей трубке являются ион-транспортные системы плазмалеммы, поддерживающие градиент мембранного потенциала.

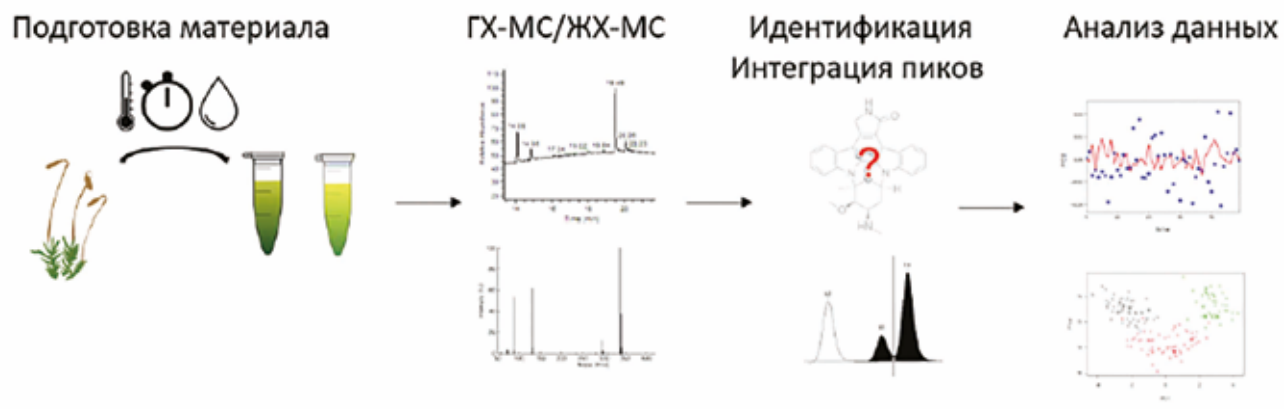
Паттерны метаболитов, ассоциированные с устойчивостью мха *Dicranium scoparium* к дегидратации

Бурейко К.М.[1], Билова Т.Е.[2,3], Часов А.В.[4], Лукашева Е.М.[5], Дорн М.[3], Гришина Т.В.[5], Балке Г.У.[6], Фролов А.А.[3,5], Минибаева Ф.В.[4]

[1]Кафедра высшей математики, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Департамент Биоорганической Химии, Лейбниц-Институт Биохимии Растений, Галле/Заале, Германия,
[4]Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[5]Кафедра биохимии, Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-84
E-mail: ksenya.bu@gmail.com

Мхи обладают уникальной способностью выживать при длительном дефиците воды. В основе этого свойства мхов особую роль играет глубокая перестройка метаболизма, сопровождающаяся, прежде всего, накоплением низкомолекулярных осмопротекторов. С целью детального изучения молекулярных механизмов, лежащих в основе устойчивости мхов к высыханию, были изучены изменения паттернов метаболитов в талломах мха *Dicranum scoparium*, подвергнутых высушиванию (24 ч при комнатной температуре) и регидратации (24 ч при 5ºС). Для анализа метаболитов различной химической природы был применен комплексный метаболомный подход, направленный на глубокий анализ первичных и вторичных метаболитов. Для этого материал талломов *D. scoparium* последовательно экстрагировали в нескольких системах растворителей разной полярности, и полученные экстракты анализировали с помощью газовой (ГХ-МС), жидкостной обращённо-фазовой/ионпарной хромато-масс-спектрометрии (ЖХ-МС). Обработка полученной информации (деконволюция спектров, экстракция пиков, выравнивание хроматограмм по времени удерживания аналитов, идентификация и интегрирование площадей пиков) была выполнена с помощью программ AMDIS, MSDial, Xcalibur, LCQuan.



Эколого-физиологические исследования женьшеня (*Panax ginseng* C.A. Meyer, сем. Araliaceae) в природных местообитаниях Приморья

Бурундукова О.Л.[1], Маханьков В.В.[2], Светашев В.И.[3], Шихова Н.С.[1], Полякова Н.В.[4], Иванова Л.А.[5], Иванов Л.А.[5]

[1]Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия,
[2]Тихоокеанский институт биоорганической химии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия,
[3]"Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского" Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия,
[4]Институт химии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток, Россия,
[5]Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-85
E-mail: burundukova.olga@gmail.com

Дикорастущий женьшень - реликтовое лекарственное растение имеющее статус исчезающего вида, наши знания об экологии и физиологии "корня жизни" *in situ* остаются крайне ограниченными. Проведены комплексные эколого-физиологические исследования женьшеня в природных местообитаниях различных районов Приморья. Исследованы структурно-функциональные, биохимические характеристики и элементный состав листьев, семян и корней реликта. Впервые показано, что главной кислотой в семенах женьшеня является петроселиновая 18:1(n-12), а не олеиновая 18:1(n-9), как это считали ранее. Наиболее продуктивные растения были обнаружены в Спасском районе (хребет Синий). Обследованные растения хребта Синего отличались от растений Хасанского и Чугуевского района максимальной площадью и толщиной листьев, максимальным содержанием гинзенозидов, средней величиной соотношения гинзенозидов Rg/Rb. Обнаруженная взаимосвязь между продуктивностью, структурой листа, содержанием гинзенозидов и условиями обитания может быть использована при разработке перспективных технологий реинтродукции и лесного культивирования женьшеня. Исследования поддержаны грантом РФФИ 19-016-00147.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Бурундукова О.Л. и др. Мезоструктура фотосинтетического аппарата женьшеня в связи с экологической "стратегией" вида // Физиология растений (2008)55: 268-271.DOI 10.1134/S102144370802012X

Svetashev V. I. et al. Fatty acid composition of seeds from wild and cultivated ginseng (Panax ginseng Meyer): occurrence of a high level of petroselinic acid // Journal of the American Oil Chemists' Society(2016) 93: 1319-1323. DOI 10.1007/s11746-016-2864-z

Возьмите на заметку:

Впервые показано, что главной кислотой в семенах женьшеня является петроселиновая 18:1(n-12), а не олеиновая 18:1(n-9), как это считали ранее.

Индукция бактериями рода *Bacillus*, синтезирующих липопептиды, устойчивости растений пшеницы к грибу *Stagonospora nodorum* Berk

Бурханова Г.Ф., Максимов И.В.

ФГБНУ "Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН", Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-86
E-mail: guzel_mur@mail.ru

Выделение высокоэффективных эндофитных штаммов бактерий рода *Bacillus*, характеризующихся свойством индуцировать защитный ответ растений против патогенов является новым направлением в индустрии биологических препаратов. Проведен скрининг эндофитных бактерий на наличие генов, ответственных за синтез основных классов липопептидов. В геноме *B. subtilis* 26Д обнаружен ген *sfp*, кодирующий сурфактин-синтазу, в геноме *B. subtilis* 11ВМ - ген *ituA*, кодирующий итурин-синтетазу, в бактериях *B. thuringiensis* - гены *ituA*, *sfp*, и *fenD*, кодирующий фенгицин-синтетазу. Показано, что *in vitro* бактерии *B. subtilis* 11ВМ эффективнее ингибировали рост и развитие фитопатогена *S. nodorum* по сравнению с *B. subtilis* 26Д и *B. thuringiensis*. В то же время снижение степени развития возбудителя септориоза в растениях пшеницы под влиянием бактерий сопровождалось повышением активности пероксидазы, содержания H_2O_2 и накоплением транскриптов генов защитных белков, маркеров системной устойчивости. Изученные микроорганизмы могут стать основой для создания биопрепаратов по защите растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-29-08014 (2018).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Бурханова Г.Ф. и др. Бактерии рода Bacillus в регуляции устойчивости пшеницы к Septoria nodorum Berk. // Прикладная биохимия и микробиология (2017) 3: 308-315. doi: 10.7868/S0555109917030047

Максимов И.В. и др. Эндофитные бактерии как агенты для биопестицидов нового поколения // Прикладная биохимия и микробиология (2018) 2: 36-50. doi: 10.7868/S0555109918020034

Возьмите на заметку:

Разные виды бактерий рода *Bacillus* продуцируют разные липопептиды.

B. subtilis индуцировали экспрессию генов, маркирующих салицилатный, а *B. thuringiensis* – жасмонатный путь развития устойчивости в растениях пшеницы к возбудителю септориоза.

Поверхностные гликополимеры ризосферных бактерий снижают интенсивность реакций фитоиммунитета

Бурыгин Г.Л.

ФГБУН "Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН", Саратов, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-87
E-mail: burygingl@gmail.com

При растетельно-бактериальном взаимодействии, благодаря рецепции консервативных поверхностных макромолекул бактерий, в растениях развиваются выраженные фитоиммунные реакции, приводящие к снижению активности ростовых процессов. В данной работе проводилось исследование особенностей колонизации микрорастений пшеницы и картофеля ризосферными бактериями, при котором фитоиммунные реакции развиваются при стимуляции роста растения. Выявлено, что липополисахариды (ЛПС) и флагеллины бактерий родов *Azospirillum, Niveispirillum* и *Ochrobactrum* активируют различные микробассоциированные защитные реакции фитоиммунитета. Присутствие углеводных фрагментов в молекулах флагеллинов снижает уровень ответных реакций растений пропорционально степени гликозилирования. Обнаружена корреляция в биологической активности флагеллина и ЛПС, выделенных из одного штамма. Так, флагеллин *O.cytisi* IPA7.2 вызывал наибольшее ингибирование микрорастений, в то время как ЛПС этого штамма - наибольшее стимулирование. Сделано предположение, что для успешной колонизации растения бактериям необходимо регулировать уровень реакций фитоиммунитета. Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 16-04-01444 и 19-016-00116.

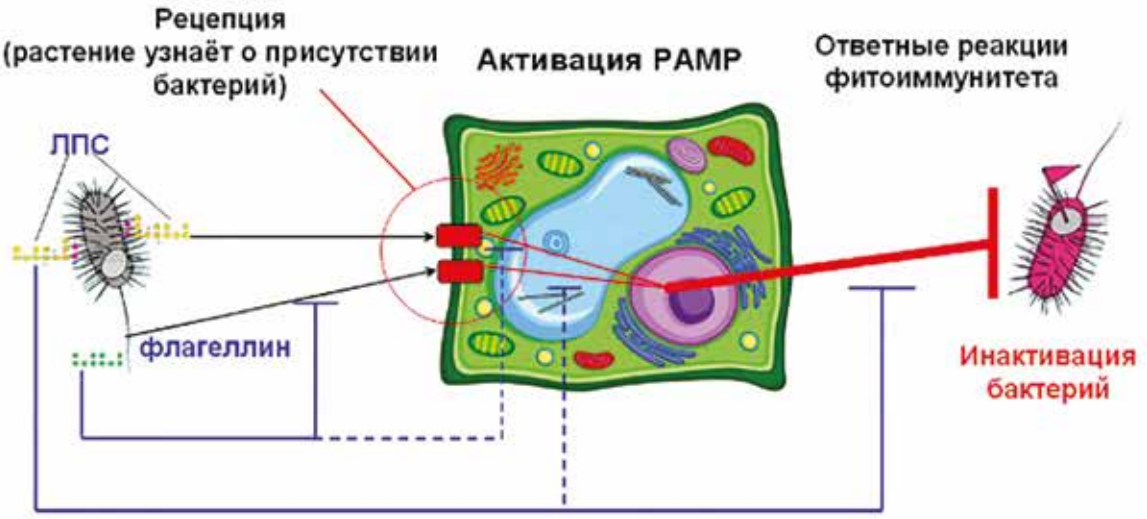
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Evseeva N.V. et al. Effect of bacterial lipopolysaccharides on morphogenetic activity in wheat somatic calluses // World Journal of Microbiology and Biotechnology (2018) 34: 3. https://doi.org/10.1007/s11274-017-2386-3

Belyakov A.E. et al. Identification of an O-linked repetitive glycan chain of the polar flagellum flagellin of Azospirillum brasilense Sp7 // Carbohydrate Research (2012) 361: 127-132. https://doi.org/10.1016/j.carres.2012.08.019

Возьмите на заметку:

Особенности структуры липополисахаридов и гликозилированных флагеллинов позволяют ризосферным бактериям успешно колонизировать растения через снижение уровня микроб-ассоциированных молекулярных реакций фитоиммунитета.



Фотосинтетическая активность и устойчивость к десикации нового сорта сои Сфера

Бутовец Е.С.[1], Синенко О.С.[2], Киселева И.С.[2], Бурундукова О.Л.[3]

[1]ФГБНУ "ФНЦ Агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки", Уссурийск, Россия,
[2]ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, Россия,
[3]ФНЦ биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-88
E-mail: butovets**99**@gmail.com

Соя - одна из важнейших белково-масличных культур. Ранее был проведен анализ продукционных характеристик и показателей мезоструктуры фотосинтетического аппарата нового дальневосточного сорта сои Сфера в сравнении с американским стандартом - сортом Ходсон. Полевые исследования на Дальнем Востоке показали, что продуктивность этих сортов близка, но в неблагоприятные годы урожайность сорта Сфера выше. Для понимания причин этого в лабораторных условиях проведен анализ фотосинтетической активности и содержания пигментов в листьях сортов Сфера и Ходсон, а также определена их устойчивость к десикации.

Скорость ассимиляции CO_2 единицей поверхности листа сорта Сфера была на 15% выше, чем у сорта Ходсон. При этом площадь единичного тройчатого листа у сорта Сфера достоверно меньше, чем у сорта Ходсон. Содержание фотосинтетических пигментов (хл a, хл b и каротиноидов) у этих сортов не отличалось. Опыты по десикации с последующим определением уровня ПОЛ показали, что сорт Сфера на 13% устойчивее к засухе, чем сорт Ходсон. Результаты лабораторных опытов согласуются с данными полевых наблюдений о более высокой продуктивности сорта Сфера в неблагоприятных условиях в сравнении с сортом Ходсон.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Бутовец Е.С., Лукьянчук Л.М., Бурундукова О.Л. Продукционные характеристики и мезоструктура фотосинтетического аппара нового сорта сои Сфера // Вестник КрасГАУ (2019) 1: 8-13.

Возьмите на заметку:

Лабораторные исследования подтвердили, что новый сорт дальневосточной селекции Сфера более устойчив к засухе и обладает хорошим фотосинтетическим потенциалом в сравнении с американским стандартом – сортом Ходсон.

Влияние инокуляции растений эндофитом *Cylindrocarpon magnusianum* на устойчивость к действию солей тяжелых металлов

Бухарина И.Л., Исламова Н.А.

УдГУ, Ижевск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-89
E-mail: buharin@udmlink.ru

Интерес представляет изучение грибов эндофитов, влияющих на устойчивость растений стрессу. Одним из перспективных видов является *Cylindrocarpon magnusianum*. Он устойчив к загрязнению почв нефтепродуктами, возможно его использование в качестве агента повышения солеустойчивости растений. Мы исследовали влияние инокуляции этим грибом на физиолого-биохимические показатели тестовых растений томата, включая инокуляцию и популяциями гриба, предварительно выращенными на средах с внесением разных концентраций солей тяжелых металлов. Растения выращивались на контрольном субстрате и на субстратах с внесением цинка, меди, свинца и хрома. Инокуляция контрольной популяцией гриба при действии солей тяжелых металлов в субстрате привела к снижению содержания хлорофиллов a и b, каротиноидов в листьях, к снижению биомассы растений. Эффекта, повышающего устойчивость растений к действию солей тяжелых металлов, при инокуляции растений контрольной популяцией гриба не выявлено. Значимый эффект выявлен при инокуляции растений популяциями, адаптированными к разным концентрациям солей тяжелых металлов, и при последующем выращивании растений в условиях высокого содержания солей тяжелых металлов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Bukharina I., Franken Ph.et al. About the species composition of microscopic fungi in soils and woody plant roots in urban environment // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2016.– T. 7, № 4. –P. 13861394.

Islamova N.A., Bukharina I.L. et al. Research stability limits of microscopic fungi and formation of a collection of promising isolates // Modern problems of science and education. - 2015. - № 3; URL: http://www.scienceeducation.ru/123-19965.

Салициловая кислота повышает устойчивость к тепловому стрессу проростков люпина

Буцанец П. А., Баик А. С., Генерозова И. П., Шугаев А. Г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-90
E-mail: a_baik@mail.ru

В течение жизни растения подвергаются влиянию различных стресс-факторов, при этом в клетках возникает окислительный взрыв, что влечет повреждение структуры мембран. Для преодоления пагубного действия стресс-факторов растения способны синтезировать ряд веществ, обладающих протекторными свойствами. К ним относится салициловая кислота (СК), фитогормон фенольной природы. В работе исследовали протекторное действие экзогенной СК в условиях теплового шока у зеленых растений люпина узколистного сорта Дикаф-14. В опытах 2-дневные этиолированные проростки люпина обрабатывали в течение 2-х дней растворами СК 0.25 и 0.5 мМ, затем высаживали в почву и выращивали при температуре 22ºС на свету в камере фитотрона. На 9 день растения переносили на 42ºС на 2 ч, затем возвращали на 2 дня в прежние условия. Показано, что обработка СК существенно повышала устойчивость проростков в условиях теплового шока, при этом проявление защитного эффекта зависело от концентрации фитогормона. Содержание МДА в листьях растений в конечном итоге коррелировало с устойчивостью растений, при этом часто наблюдали эффект повышения содержания МДА через некоторое время после окончания неблагоприятного воздействия.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

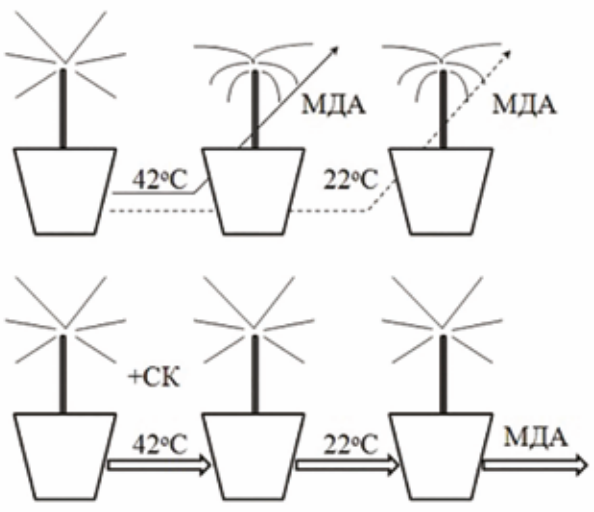
Шугаев А.Г. и др. Влияние салициловой кислоты на метаболическую активность митохондрий растений // Физиология растений (2014) 61: 555-564. doi: 10.7868/S001533031404186

Generozova I.P et al. Mitochondrial respiration after combined action of dehydration and low temperature in pea seedlings // Biologia Plantarum (2019) 63: 11-19, doi: 10.32615/bp.2019.002

Возьмите на заметку:

СК повышала устойчивость проростков к тепловому шоку, которая зависела от концентрации фитогормона.

Содержание МДА в листьях коррелировало с устойчивостью, а повышение уровня МДА часто наблюдали после действия стресса.

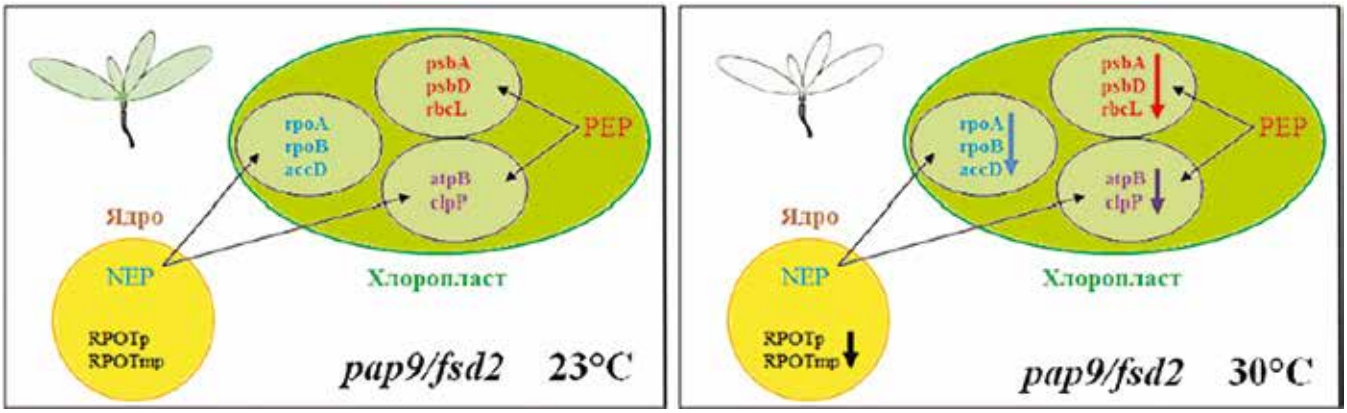


FESOD2 и ее роль в адаптации растений *Arabidopsis thaliana* к тепловому стрессу

Бычков И.А., Кудрякова Н.В., Кузнецов В.В.

ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-91
E-mail: ivan.a.b@mail.ru

Механизмы адаптации хлоропластов к действию повышенных температур во многом определяются экспрессией генов аппарата транскрипции пластид. Инактивация гена железосодержащей супероксиддисмутазы *PAP9/FSD2*, обеспечивающей защиту вновь синтезированных транскриптов от радикалов O_2^- в составе ДНК-РНКполимеразного комплекса хлоропластов, способствовала снижению устойчивости к окислительному стрессу, вызванному пролонгированным действием повышенных температур (5 суток, 30ºС). В условиях ТШ у мутанта *pap9* наблюдалось падение уровня мРНК хлоропластных генов класса I *(rbcL, psbA и psbD)*, *класса III (rpoB, rpoA и accD)*, и класса II *(atpB и clpP)* транскрибируемых соответственно РНК полимеразой пластидного кодирования (PEP), хлоропластными РНК полимеразами ядерного кодирования (NEP) и обоими типами полимераз. Одновременно уменьшалась экспрессия генов NEP*(RPOTp и RPOTmp)*, индуцируемых ТШ у растений дикого типа. Полученные данные свидетельствуют об участии *PAP9/FSD2* в защите аппарата транскрипции пластома от ТШ и соответствуют представлению о комплексном воздействии различных форм активного кислорода ($H_2O_2^-$, O_2^- или $^1O_2^-$) при всех типах окислительного стресса, включая температурный.



Роль пренилтрансфераз в развитии многоклеточного таллома *Marchantia polymorpha*

Валеева Л.Р., Шарипова М.Р.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-92
E-mail: lia2107@yandex.ru

Пренилирование белков играет важную роль в процессах роста и развития эукариот, в том числе формировании многоклеточной протонемы бриофитов. Перспективным в изучении регуляции многоклеточности является использование печеночников в качестве модельных объектов, как наиболее древней группе наземных растений. Цель работы – изучение роли пренилтрансфераз в развитии многоклеточного таллома *M. polymorpha*. Гены α- и β- субъединиц фарнезилтрансферазы (PFT) и геранилгеранилтрансферазы (PGGT) представлены одной копей в геноме маршанции. Мутацию генов проводили методом CRISPR/Cas9 путем трансформации спорофитов. Нами получены линии *M. polymorpha* с мутациями: гена α-субъединицы, общей для PFT и PGGT *(Δplp)*; гена β-субъединицы PFT *(Δera1)*; гена βсубъединицы PGGT *(Δggb)*. Мутантные линии растений оставались жизнеспособными. В дальнейшем мы планируем изучить фенотипы мутантных линий растений на стадии образования многоклеточных талломов. Будет проведен анализ пренилированных белков полученных линий растений. Изучение роли пренилтрансфераз в регуляции многоклеточного плана строения позволит получить новые знания об эволюции многоклеточности.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №18-74-00112.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Л.Р. Валеева, П.-Ф. Перроуд, Д. Шиппен, Е.В. Шакиров. Роль TRF-подобных белков в регуляции длины теломер у Physcomitrella patens // сборник научных трудов V Международной конференции «Постгеном 2018», Казань: Издательство Казан. ун-та. (2018) P. 58.

Valeeva, L.R. C. Nyamsuren, M.R. Sharipova, E.V.Shakirov Heterologous expression of secreted bacterial BPP and HAP phytases in plantsstimulates Arabidopsis thaliana growth on phytate // Frontiers in Plant Science (2018) 9(186):1-14.

Возьмите на заметку:

Неоднократный переход от одноклеточного плана строения к многоклеточному в царстве растений связан с многофакторностью в регуляции этого процесса. Исследование роли пренилирования белков в регуляции многоклеточного плана строения растений.

Холодовой стресс в проростках пшеницы: мембранные стерины, фосфолипиды и активные формы кислорода

Валитова Ю.Н., Ренкова А.Г., Дмитриева С.А., Мухитова Ф.К., Минибаева Ф.В.

КИББ - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-93
E-mail: yulavalitova@mail.ru

Холодовое воздействие может значительно менять состав и функционирование основных мембранных липидов, однако адаптивная роль стеринов в стрессовой устойчивости растений остается неясной. Наши результаты показали, что корни и листья проростков пшеницы дифференциально чувствительны к низким положительным температурам. Вызванное холодом нарушение целостности мембраны и накопление АФК с последующей индукцией аутофагии в корнях и отсутствие таких изменений в листьях позволяют предположить, что у пшеницы корни более чувствительны к холоду, чем листья. Динамика изменений содержания стеринов и уровня АФК при холодовом стрессе в корнях имела вид параболы, характеризующейся повышенным уровнем стеринов и маркеров окислительного стресса во время кратковременной обработки и снижением этих параметров после продолжительного выдерживания на холоде. В листьях значительные изменения происходили в содержании 24-этилстеринов и фосфолипидов. Высокий уровень стеринов, гликолипидов и фосфолипидов, а также повышенная экспрессия генов стеринового биосинтеза SMT в листьях могут способствовать формированию устойчивости к холоду.

Работа поддержана грантом РФФИ № 16-04-00676 А.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сулкарнаева А. Г. др. Характеристика гомеологичных генов С24-стерин метилтрансферазы Triticum aestivum L.. // Доклады Академии Наук (2016) 470: 483-486.

Валитова Ю. Н. и др. Растительные стерины: многообразие, биосинтез, физиологические функции // Биохимия (2016) 81: 1050-1068.

Renkova A. et al. The homoeologous genes encoding C24-sterol methyltrasferase 1 in Triticum aestivum L.: structural characteristics and abiotic stress induced activity // Biologia Plantarum (2019) 63: 59-69.

Возьмите на заметку:

Охлаждение проростков пшеницы вызывает нарушение целостности мембраны, накопление АФК и аутофагию в корнях.

Высокий уровень стеринов и повышенная экспрессия генов стеринового биосинтеза в листьях повышают их устойчивость к холоду.

Состав и сезонные изменения дегидринов в почках разных видов березы в условиях контрастных регионов

Васильева И.В.[1], Татаринова Т.Д.[1], Ветчинникова Л.В.[2], Перк А.А.[1], Пономарев А.Г.[1]

[1]Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН ФГБУН ФИЦ "Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", Якутск, Россия,
[2]ФГБУН "Институт леса Карельского научного центра РАН", Петрозаводск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-94
E-mail: ira_spira_vas@mail.ru

Впервые исследованы состав и сезонная динамика стрессовых белков-дегидринов в почках березы повислой Betula pendula Roth в условиях экстремально холодного региона (Центральная Якутия) и основных видов березы, произрастающих на Северо-Западе России (Карелия): *B. pendula* Roth, *B. pubescens Ehrh., B. pendula var. carelica* (Merck.) *HämetAhti*. В почках двух изученных популяций березы повислой во время покоя обнаружены две группы дегидринов (56–73, 14–21 кД). Показано, что наибольшим сезонным изменениям у изученных видов березы подвержены низкомолекулярные дегидрины, преимущественно, с мол. м. 17 кД. Максимальный уровень 17 кД дегидрина формировался во время осенней подготовки растений к покою и устойчиво сохранялся в холодный период года. Особенности сезонной динамики дегидринов указывают на их вероятное участие в биохимических процессах, ассоциированных с низкотемпературной устойчивостью березы независимо от места произрастания. Значительное сходство состава дегидринов, а также однотипный характер их сезонных изменений, главным образом, 17 кД дегидрина, указывают на филогенетическую близость и общие механизмы адаптации рода *Betula* L. к условиям контрастных регионов Карелии и Якутии.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tatarinova T.D. et al. Dehydrin stress proteins from buds of silver birch growing in the contrasting climate regions // Cell and Tissue Biology (2017) 11(6): 483-488. doi: 10.1134/S1990519X17060098

Tatarinova T.D. et al. Dehydrins in buds of main birch species under conditions of Karelia // Russian Journal of Plant Physiology (2018) 65(2): 295-301. doi: 10.1134/S1021443718010090

Возьмите на заметку:

Выявлено значительное сходство состава и характера сезонных изменений стрессовых белков-дегидринов в почках разных видов березы (*Betula* L.), что указывает на их важную роль в процессах адаптации березы к условиям холодных регионов (Карелия, Якутия).

Структурные особенности коры молодых стеблей *Spiraea beauverdiana* Schneid в условиях газогидротермальной активности вулканов о. Кунашир (Курильские острова)

Вацерионова Е.О., Копанина А.В., Власова И.И.

ФГБУН "Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН", Южно-Сахалинск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-95
E-mail: katya.vatserionova.85 @mail.ru

Изучены структурные особенности коры молодых стеблей небольшого кустарника *Spiraea beauverdiana,* под влиянием денормализующих факторов, обусловленных вулканической активностью. Разновозрастные стебли были собраны у берегов термального оз. Кипящее (влк. Головнина) и на Северо-Восточном сольфатарном поле, (влк. Менделеева). Аналитическое исследование тканей коры выполнено методами световой микроскопии. Выявлено, что в тканях коры происходят структурные перестройки, которые представлены отклонениями от нормального роста в значениях отдельных показателей тканей и зоны неспецифического аномального строения. Эти отклонения в различной степени выраженности и локализации представлены на протяжении всего онтогенеза стебля – от 1 до 30-35 лет. Нарушение в деятельности феллогена и камбия влечет за собой формирование многослойной феллемы и феллодермы, флоэмы с повышенным участием склерифицированной паренхимы. Структурные аномалии могут иметь шаровидную форму или растягиваться вдоль стебля. Полагаем, что выявленные особенности имеют адаптивный характер к экстремальным условиям газогидротермальных полей вулканических ландшафтов.

При поддержке РФФИ (15-04-04774) и в рамках госзадания Института.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

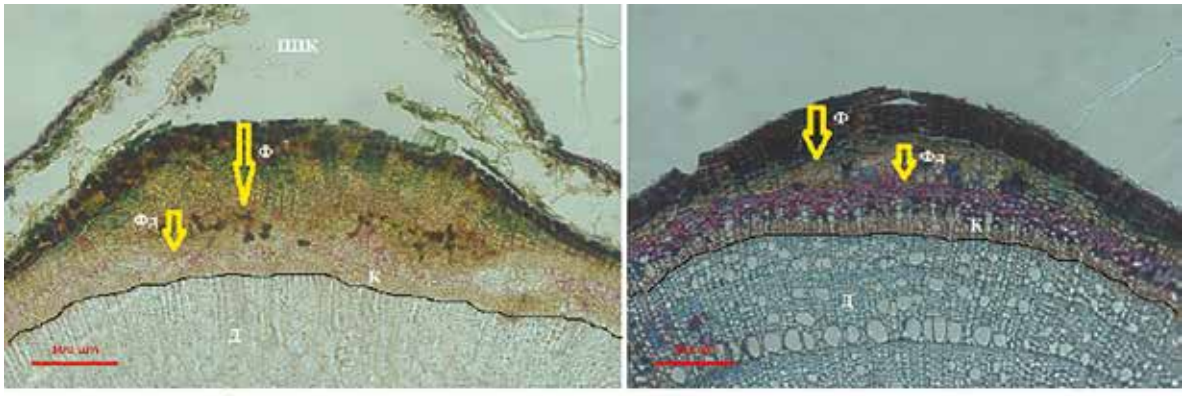
Копанина А.В., Власова И.И., Вацерионова Е.О. Структурные адаптации древесных растений к условиям вулканических ландшафтов Курильских островов / Вестник ДВО РАН – 2017, №2. – С.88-96

Вацерионова Е.О., Копанина А.В., Власова И.И. Сравнительная характеристика коры однолетних стеблей Spiraea beauverdiana Schneid в условиях современной вулканической активности // сборник материалов IV (XII) Междунар. ботанической конф. молодых учёных : СПб.: БИН РАН, 2018. – 37 с. (282 с.)

Возьмите на заметку:

Выявлены структурные аномалии в строении коры стебля *Spiraea beauverdiana*

Предположительно, выявленные особенности имеют адаптивный характер к экстремальным условиям газогидротермальных полей вулканических ландшафтов



Поперечный срез *Spiraea b.*, оз.Кипящее, влк. Головнина. ППК – паренхима первичной коры; Ф – феллема; Фд – феллодерма; К – камбий; Д – древесина

Поперечный срез *Spiraea b.*, Северо-Восточное сольфатарное поле, влк. Менделеева Ф – феллема; Фд – феллодерма; К – камбий; Д – древесина

Роль микроэлементов и стимулирующих рост растений бактерий в формировании устойчивости винограда к гипо- и гипертермии

Великсар С.Г., Леманова Н.Б., Гладей М.А., Давид Т.В.

Институт Генетики, Физиологии и Защиты Растений Академии Наук Молдовы, Кишинев, Молдова
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-96
E-mail: veliksar.sofia@gmail.com

Одной из стратегий смягчения стресса и повышения продуктивности растений является адекватное минеральное питание. Особую роль при этом играют микроэлементы, активирующие ряд физиологических и биохимических процессов в растениях. Участвуют в питании растений и ростостимулирующие бактерии. Наши предварительные эксперименты показали, что подкормка винограда на начальных этапах вегетации специально разработанным комплексом микроэлементов (1/2 дозы) и суспензией определенных штаммов бактерий стимулирует фотосинтетическую активность листьев и обмен углеводов, ускоряя рост, вызревание побегов и продуктивность. Исследования, проведенные в контролируемых условиях, показали, что в листьях растений, обработанных комплексом микроэлементов и суспензией *Agrobacterium radiobacter + Baccilus subtilis* L. и подвергнутых действию гипо-, гипертермии (+4ºC и +40ºC) и двойному стрессу, была существенно выше аккумуляция стресс-защитных соединений (пролин, сахара, каротиноиды), чем в листьях контрольных растений. Индукторная роль микроэлементов и бактериальных суспензий в повышении толерантности саженцев к температурному стрессу проявилась в лучшей жизнеспособности саженцев в условиях стресса.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Veliksar Sofia, Lemanova Natalia. Effect of joint application of trace elements and plant growth promoting bacteria in the cultivation of grape seedlings. International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch, 2018, Vol. 3, No. 4, 397-409. ISSN: 2456-8643.

Veliksar, S. et al. Effect of trace elements and PGPB application on grape resistance to the wintering. Lucrări ştiinţifice, seria Horticultură, USAMV Iaşi, România, 2016, 59 (2), pp. 141-146, ISSN2069-847X.

Возьмите на заметку:

Адекватное минеральное питание винограда активизирует неспецифические реакции на стресс. Совместное применение комплекса микроэлементов и бактериальной суспензии индуцирует повышенную толерантность растений к температурному стрессу.

Варианты / экспозиция	Контроль (вода)	Микроком-ВА (1 доза)	Микроком-ВА +*Agr. radiobacter* +*Bac. subtilis L*
15 суток	+25 °C	+25 °C	+25 °C
4 суток	+25 °C +4 °C	+25 °C +4 °C	+25 °C +4 °C
15 суток	+25 °C +25 °C	+25 °C +25 °C	+25 °C +25 °C
4 суток	+25 °C +25 +40	+25°C +25 +40	+25 °C +25+40

Перспективы использования томатов, модифицированных геном RapA1, в фиторемедиации

Вершинина З.Р., Хакимова Л.Р., Лавина А.М., Каримова Л.Р., Баймиев Ан.Х., Баймиев Ал.Х.

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-97

E-mail: zilyaver@mail.ru

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) является важнейшей овощной культурой. В связи с распространением загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ), в последние годы стали популярны исследования, посвященные накоплению ТМ в растениях томата, защите данной культуры от ТМ, а также потенциальному использованию томатов к фиторемедиации совместно с бактериями-микросимбионтами. Было показано, что *Pseudomonas* sp. 102 может увеличить ростовые параметры и биомассу растений томата, в том числе в условиях стрессового воздействия кадмия. При этом наибольший положительный эффект наблюдался на растениях, трансформированных геном бактериального адгезина *rapA1*, способствующим колонизации бактериями корней растений. Кроме того, побеги трансгенных растений томата накапливали наибольшее количество кадмия при инокуляции *Pseudomonas sp.* 102. Способность экстрагировать высокие концентрации кадмия и накапливать большую биомассу открывает перспективы для дальнейшего использования ассоциативных взаимодействий между томатом и *Pseudomonas* для фиторемедиации. Работа была выполнена в рамках госзадания (тема № АААА-А16-116020350028-4) при финансовой поддержке грантов РФФИ №18-34-00033 мол_а, № 18-34-20004 мол_а_вед.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Нигматуллина Л.Р.. Вклад бактериального адгезина RapA1 в эффективность формирования симбиоза Rhizobium leguminosarum с растениями фасоли // Микробиология (2015). 6 (84). С. 705–711. DOI: 10.7868/S0026365615060099

Хакимова Л.Р. и др. Использование штаммов-продуцентов адгезина RapA1 из Rhizobium leguminosarum для создания бинарных биоудобрений // Прикладная биохимия и микробиология (2017). № 4 (53). С. 400-405. DOI: 10.7868/S0555109917040080

Возьмите на заметку:

Наиболее эффективным для фиторемедиации почв, загрязненных Cd, является взаимодействие *Pseudomonas sp.102* с трансгенными по гену *rapA1* растениями томата, продуцирующими адгезин, который способствует колонизации бактериями корней.

Функциональное значение накопления в клетках и распределения между ними ауксинов и абсцизовой кислоты в процессах эмбрионального и постэмбрионального развития

Веселов Д.С., Ахиярова Г.Р., Иванов Р.С., Шарипова Г.В.

Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-98
E-mail: veselov56@mail.ru

При стрессовых воздействиях накопление АБК часто сопровождается снижением уровня ауксинов. Однако недостаточно доказательств наличия причинно-следственной связи между изменением их концентрации. Было оценено содержание гормонов в примордиях боковых корней ячменя при осмотическом стрессе. Добавление ПЭГ в питательный раствор вызвало накопление АБК в клетках корней Steptoe, но не влияло на уровень этого гормона у дефицитного по АБК мутанта (AZ34). Соответственно у AZ34 содержание ауксинов не менялось, но снижалось в примордиях Steptoe. Было изучено изменение уровня гормонов в процессе созревания семян. В семенах Steptoe накопление АБК в процессе созревания сопровождалось снижением уровня ауксинов. Семена AZ34 отличались более низким уровнем накопления АБК, замедленным снижением содержания ауксинов и более медленным созреванием. В то же время, при прорастании семян не было выявлено связи между содержанием АБК и ауксинов в корнях и колеоризе. Уровень АБК был выше у Steptoe, в то время как содержание ауксинов было одинаковым у растений обоих генотипов. Мы полагаем, что стимулом для снижения уровня ауксинов является накоплением АБК, а не различия в стабильном уровне этого гормона.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ахиярова Г.Р., Иванов Р.С., Веселов Д.С., Веселов С.Ю., Кудоярова Г.Р. Влияние абсцизовой кислоты на содержание ауксинов и рост боковых корней у растений ячменя // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук (2018) 3-1: 29-35.

Ахиярова Г.Р., Шарипова Г.В., Иванов И.И., Веселов Д.С., Веселов С.Ю., Кудоярова Г.Р. Аквапорины, абсцизовая кислота (АБК) и ауксины (ИУК) в прорастающих семенах дефицитного по АБК мутанта ячменя и его исходного сорта // Биомика (2018) 10: 357-364.

Возьмите на заметку:

При созревании семян и действии осмотического стресса на растения ячменя стимулом для снижения уровня ауксинов является накопление АБК, а не различия в стабильном уровне этого гормона.

Влияние цитокининов и этилена на редокс-статус инфицированных *Stagonospora nodorum* растений пшеницы

Веселова С.В., Бурханова Г.Ф., Нужная Т.В., Максимов И.В.

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-99

E-mail: veselova75@rambler.ru

Известно, что растения реагируют на атаку патогенов интенсивной генерацией активных форм кислорода (АФК) и продукция АФК контролируется редоксферментами и фитогормонами. Имеются данные об участии в процессе генерации АФК в растительно-микробном взаимодействии ферментов НАДФН-оксидазы, пероксидазы и оксалатоксидазы. Нами был показан значительный вклад НАДФНоксидазы и частичный вклад пероксидазы в генерацию АФК в растениях пшеницы инфицированных гемибиотрофным грибом *Stagonospora nodorum* Berk. Этилен и цитокинины – два фитогормона проявляющие антагонизм в регуляции процессов роста и развития. Однако их взаимодействие при патогенезе не изучалось. С применением методов спектроскопии, гистологии и qRT-PCR было показано, что этилен подавлял накопление перекиси водорода в инфицированных патогеном листьях пшеницы, регулируя транскрипцию генов, кодирующих изоформы НАДФН-оксидазы, и ингибировал индукцию защитного сигнала связанного с окислительным взрывом. Обработка инфицированых растений транс-зеатином приводила к повышению активности пероксидазы и накоплению перекиси водорода, что индуцировало окислительный взрыв и остановку роста патогена.

Работа выполнена в рамках РФФИ № 18-04-00978.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Веселова С.В. и др. Роль этилена и цитокининов в развитии защитных реакций в растениях Triticum aestivum, инфицированных Septoria nodorum // Физиология растений. 2016. Т.63. №5. С. 649-660. DOI: 10.7868/S0015330316050158

Веселова С.В. и др. Роль НАДФН-оксидазного сигнального каскада в развитии устойчивости мягкой яровой пшеницы к возбудителю септориоза Stagonospora nodorum Berk. // Известия Уфимского научного центра РАН. 2018. № 3 (1). С. 66-74. DOI: 10.31040/2222-8349-2018-1-3-66-74(rus)

Возьмите на заметку:

1. В больших концентрациях цитокинины способны индуцировать СВЧ-реакцию.
2. Низкие концентрации АФК являются индукторами морфогенеза у грибов и способствуют их усиленному росту и развитию.

Методические особенности анализа коры древесных растений

Власова И.И., Копанина А.В.

ФГБУН "Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН", Южно-Сахалинск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-100
E-mail: iivlasova@gmail.com

В полевых условиях, производится отбор с трех (или трех целиком) особей. В экстремальных условиях произрастания нередко приходится обходится отбором единственного, экземпляра. В лабораторных условиях время вымачивания материала может зависеть не только от вида, но и условий произрастания. Наиболее оптимального качества микропрепараты получаются из образцов, взятых в осенний период. Микросрезы хорошего качества получаются из стеблей небольшого диаметра, изготовленные съемными кассетными лезвиями. Резка фрагментов большего диаметра производится микротомным ножом с режущей поверхностью из карбида вольфрама. На каждом этапе исследования коры возникают трудности различного характера, начиная от сбора материала, заканчивая обработкой статистических данных, их анализа и интерпретации, для которых существуют индивидуальные особенности методического подхода к решению, возникающих проблем. Последние зависят от множества причин: климатических, микроклиматических и погодных условий во время сбора объекта, сезона, возраста и состояния объекта. Вид растения, разного возраста, из разных местообитаний по-разному воспринимает окрашивание, отмывание от красителей, угол резки, тип ножа и др.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Копанина А.В. и др. Структурные адаптации древесных растений к условиям вулканических ландшафтов Курильских островов / Вестник ДВО РАН – 2017, №1. – С. 88-96.

Еремин В.М. и др. Строение коры сахалинских видов рода Juniperus (Cupressaceae) // Бот. жур. – 2012. т.97, №5. – С. 626-636.

Копанина А.В. и др. Адаптивные возможности древесных растений в условиях вулканических / сборник материалов докладов Годичного собрания ОФР 2017 г., Крым, Судак. - Москва, - 2017. – С. 47.

Возьмите на заметку:

Выбор одноразовых кассетных лезвий мы остановили на одном их типе MX 35 ULTRA 34˚/80 m.

Для резки фрагментов большего диаметра микротомным ножом с режущей поверхностью из высокопрочного сплава карбид вольфрама SR 160108 Carbide 16cmC WO49451.

Индукция цитоплазматических Ca^{2+} -сигналов и модификация ростовых процессов в корне *Arabidopsis thaliana* L. Heynh под действием экзогенного аскорбата

Войтехович М.А., Самохина В.В., Гриусевич П.В., Новосельский И.Ю., Демидчик В.В.

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-101
E-mail: demidchik@bsu.by

Внеклеточный аскорбат (L-аскорбиновая кислота) не часто рассматривается как агент, способный инициировать сигнальные явления в живых системах. В настоящей работе тестировалась гипотеза, согласно которой экзогенный аскорбат способен индуцировать временное повышение активности Ca^{2+} в цитоплазме ($[Ca^{2+}]_{цит.}$) – важнейшего вторичного посредника растительной клетки. В работе было установлено, что аскорбат индуцирует увеличение $[Ca^{2+}]_{цит.}$ в результате редокс-зависимой активации Ca^{2+} -проницаемых катионных каналов. Обнаруженный эффект аскорбата развивался при концентрации свыше 0,1 мМ, достигая максимума при 10 мМ и блокировался тушителями гидроксильных радикалов, антагонистами катионных каналов и хелаторами ионов меди и железа. Введение в среду ионов меди и железа усиливало аскорбат-индуцируемое повышение уровня Ca^{2+}, при этом ионы марганца не вызывали подобного действия. Также в работе было протестировано влияние экзогенного аскорбата на рост и развитие корней арабидопсиса. Замена контрольной среды на аскорбат-содержащую, начиная с уровня 0,3 мМ аскорбата, подавляла рост основного корня и значительно модифицировала его архитектонику.

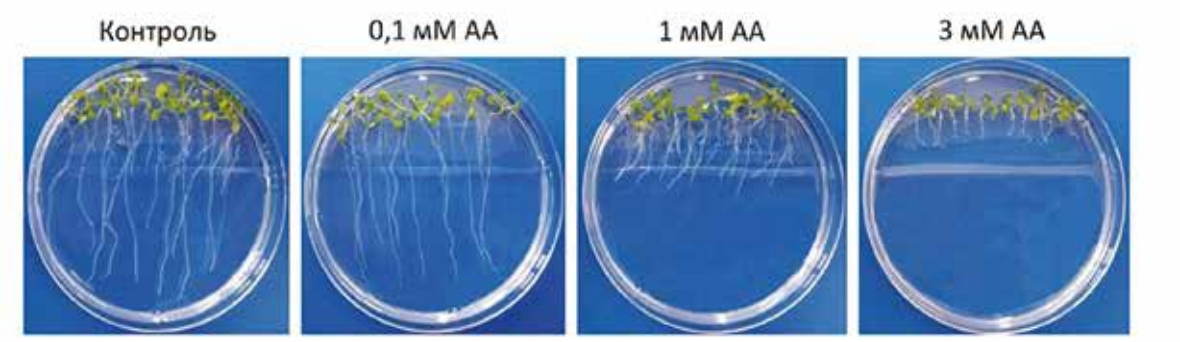
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Makavitskaya M. A. at al. Novel roles of ascorbate in plants: induction of cytosolic Ca^{2+} signals and efflux from cells via anion channels // Journal of Experimental Botany (2018) 69: 3477–3489.

Возьмите на заметку:

Экзогенный аскорбата может функционировать как сигнальный агент в организме растения, задействуя систему Ca^{2+} -сигнализации.

Рост корневой системы высших растений ингибируется в присутствие субмиллимолярных уровней аскорбата в среде.



Пластидные сигналы могут изменять «поведение» растений через регуляцию транскрипции генов фоторецепторов

Войцеховская О.В.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Росси
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-102
E-mail: ovoitse@binran.ru

Пластиды - источник ретроградных сигналов, управляющих экспрессией ядерных генов, кодирующих белки-компоненты пластид. Пластидный сигналинг, в отличие от классического ретроградного сигналинга, регулирует не связанные с функциями пластид ядерные гены. Мы исследовали лишенные хлорофилла b из-за делеции в гене CAO мутанты *chlorina* ячменя и арабидопсиса. Оказалось, что (1) мутанты имеют фенотип gun (genome-uncoupled: передача ретроградных сигналов нарушена); (2) у мутантов на всех стадиях онтогенеза изменена экспрессия генов, кодирующих фитохромы и криптохромы, что объясняет сильный плейотропный эффект мутации; (3) в результате мутанты chlorina ячменя на ярком свету имеют фенотип «синдрома избегания тени» (SAS): низкий иммунитет, сильный рост в длину, отсутствие кущения и другие типичные для SAS «поведенческие» эффекты. Обработка растений ячменя дикого типа ингибиторами, имитирующими влияние мутации chlorina на фотосинтетический аппарат, а также модуляторами ретроградного сигналинга, изменяла экспрессию фитохромных генов. Таким образом, восприятие информации фоторецепторами модулируется пластидными сигналами на уровне транскрипции генов фоторецепторов.

Поддержано РНФ№14-16-00120П

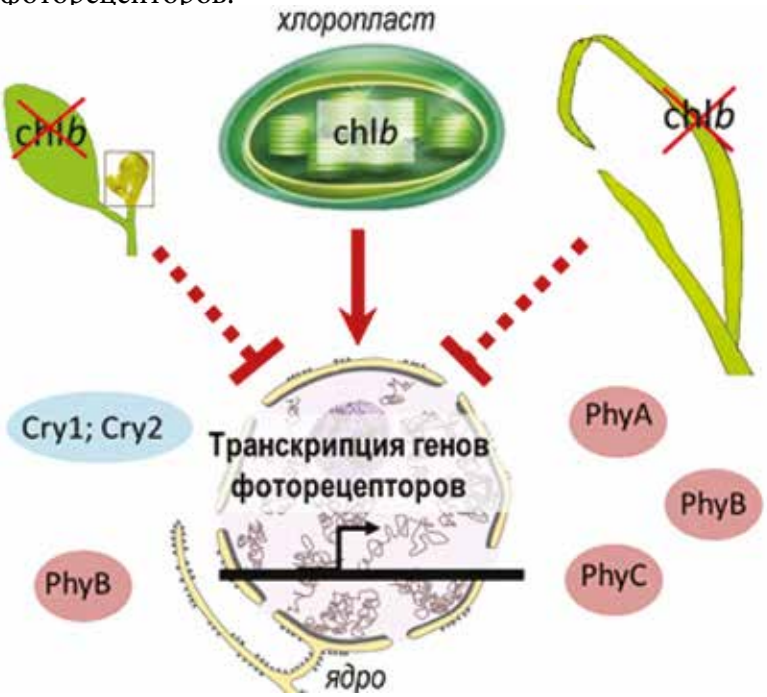
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tyutereva E.V. et al. Stomata control is changed in a chlorophyll b-free barley mutant // Functional Plant Biology (2018) 45:453-463. DOI: 10.1071/FP17056

Voitsekhovskaja O.V., Tyutereva E.V. Chlorophyll b in angiosperms: functions in photosynthesis, signaling and ontogenetic regulation // Journal of Plant Physiology (2015) 198:51-64. doi:10.1016/j.jplph.2015.09.013

Возьмите на заметку:

Восприятие информации фоторецепторами модулируется пластидными сигналами на уровне транскрипции генов фоторецепторов.



Влияние осмолитов на фотосинтетический электронный транспорт и эффективность работы солнечных ячеек, сенсибилизированных тилакоидными мембранами

Волошин Р.А.[1], Жармухамедов С.К.[2], Аллахвердиев С.И.[1]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия, [2]ФГБУН "Институт фундаментальных проблем биологии РАН", Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-103
E-mail: voloshinr@ifr.moscow

В лабораторной практике, совместимые осмолиты представляют интерес, поскольку стабилизируют изолированные белки. Механизм их взаимодействия с белками и липидами не до конца ясен. Исследование термопротекторного влияния данных соединений на активность биологических процессов в изолированных фотосинтетических мембранах поможет глубже понять характер этого взаимодействия. В данной работе исследовано влияние двух совместимых осмолитов: дисахарида трегалозы и метиламина глицин-бетаина (ГБ) на активность электрон-транспортной цепи изолированных тилакоидных мембран шпината и на солнечные ячейки (СЯ), сенсибилизированные данными мембранами при различных температурах.

При низких температурах (5 и 15°С) эффект осмолитов на указанные параметры не столь выражен. Однако при температуре 25 и 35°С препараты, содержащие 1М трегалозы или ГБ демонстрируют существенно большую активность. Препараты содержащие 1М трегалозы наиболее активны при 35 °С. Контрольные и 1М ГБ содержащие препараты демонстрируют максимальную активность при 25°С.

Работа поддержана грантом РНФ №19-14-00118

Лантаноиды провоцируют анизогидрическое поведение изогидричных растений

Воробьев В.Н.[1,2], Сибгатуллин Т.А.[1], Лаврентьева М.А.[2], Горшков В.Ю.[1,2]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
[2]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-104
E-mail: vorobyev@kibb.knc.ru

Обнаружены эффекты низких концентраций нитрата иттербия (1 μmol) на водный обмен проростков кукурузы, которые выражались в повышении устьичной проводимости воды (g_w) в листьях и увеличении диффузионной проницаемости (P_d) мембранного сэндвича (плазмалемма+тонопласт) клеток корней. Увеличение P_d корней не было обусловлено изменением вклада в сопротивление трансмембранному водному обмену липидной составляющей мембран. Основной вклад в снижение сопртивления мембран водному переносу вносили аквапорины (AQPs). Yb способствовал повышению уровня экспрессии генов плазмалеммных AQPs - *ZmPIP2;2, ZmPIP2;6, ZmTIP2;2* корней. Впервые продемонстрирована Yb^{3}+ -зависимая индукция экспрессии генов тонопластных AQPs как в корне (*ZmTIP2;2*), так и в листьях (*ZmTIP2;1*). Повышенные g , уровень экспрессии *ZmTIP2;1* и сниженная относительная оводненность листьев (RWC) указывают на проявление анизогидричных свойств изогидричной кукурузой.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Vorob'ev VN, Mirziev SI, Alexandrov EA, Sibgatullin TA (2016) Characteristics of water and ion exchange Elodea nuttallii cells at high concentrations of lanthanides. Chemosphere 165:329-334. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.09.044

Исполнительный механизм устьичных движений

Воронин П.Ю.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-105
E-mail: rus.plant@mail.ru

В контролируемых условиях исследовали ответные реакции сеянцев сосны (*Pinus sylvestris* L.) на разный по интенсивности водный дефицит, индуцируемый полиэтиленгликолем 6000 (ПЭГ) (от –0.15 до –1.5 МПа). В условиях индуцированного водного дефицита наблюдали торможение роста сеянцев, снижение интенсивности фотосинтеза, транспирации и содержания фотосинтетических пигментов. В условиях индуцированного водного дефицита наблюдали торможение роста сеянцев, снижение интенсивности фотосинтеза, транспирации и содержания фотосинтетических пигментов. Гидравлическая компонента механизма закрывания устьиц связана с оттоком воды из замыкающих клеток. Известно, что поддержание высокого парциального давления паров воды в подустьичной полости необходимо для поддержания устьиц в открытом состоянии на свету. Это означает,что роль водного потенциала апопласта клеток подустьичной полости является определяющей в реализации механизма устьичных движений. Впервые экспериментально показано, что исполнительным механизмом закрывания устьиц как физиологической нормы реакции хвои сеянцев сосны на водный дефицит является снижение водного потенциала апопласта мезофилла подустьичной полости.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Воронин П.Ю. и др. Новый метод количественного определения водного потенциала апопласта клеток мезофилла в подустьичной полости листа // Физиология растений (2017) 64: 452-456. doi:https://doi.org/10.7868/80015330317020130

Воронин П.Ю. и др. Закрывание устьиц хвои сосны в условиях водного дефицита определяется снижением водного потенциала апопласта мезофилла подустьичной полости // Физиология растений (2018) 65: 294300. doi:https://doi.org/10.7868/S001533031804005X

Силикатные бактерии повышают доступность соединений фосфора и калия и улучшают рост *Brassica juncea* (L.) Czern. в модельных системах

Воропаева О.В., Борисова Г.Г., Малева М.Г., Седяева О.В., Паниковская К.А.

ФГАОУ ВПО "Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н.Ельцина", Екатеринбург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-106
E-mail: olga.voropaeva@urfu.ru

Чистые культуры силикатных бактерий (*Bacillus* sp.) выделяли из глинистого субстрата и культивировали на среде Зака. В результате тестирования нескольких культур был отобран штамм, способный переводить в раствор калий и фосфаты и синтезировать ИУК из *L*-триптофана. Для получения биоудобрения выбранный штамм выращивали на жидкой среде (0.6*10⁸ КОЕ/мл), смешивали со стерильным торфом (1:5 по объему) и высушивали при 30°С. Растения *Brassica juncea* (L.) Czern. выращивали 60 дней из семян в модельных сосудах с добавлением биоудобрения в глинистую почву (3:7 по объему). Глинистый субстрат с торфом без бактерий использовали в качестве контроля. Во все сосуды вносили аммиачную селитру (10 г/м²). Добавление биоудобрения к глинистому субстрату увеличивало высоту и биомассу растений *B. juncea* (в среднем в 2.5 раза) и повышало поглощение фосфатов и калия в расчете на 1 растение в 1.5 и 2 раза, соответственно. Сделан вывод о том, что биоудобрение на основе силикатных бактерий может способствовать солюбилизации не только калия, но и фосфатов, а также выработке ИУК, что повышает плодородие почв и продуктивность растений. Работа поддержана Программой 211 Правительства РФ (No 02.A03.21.0006).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

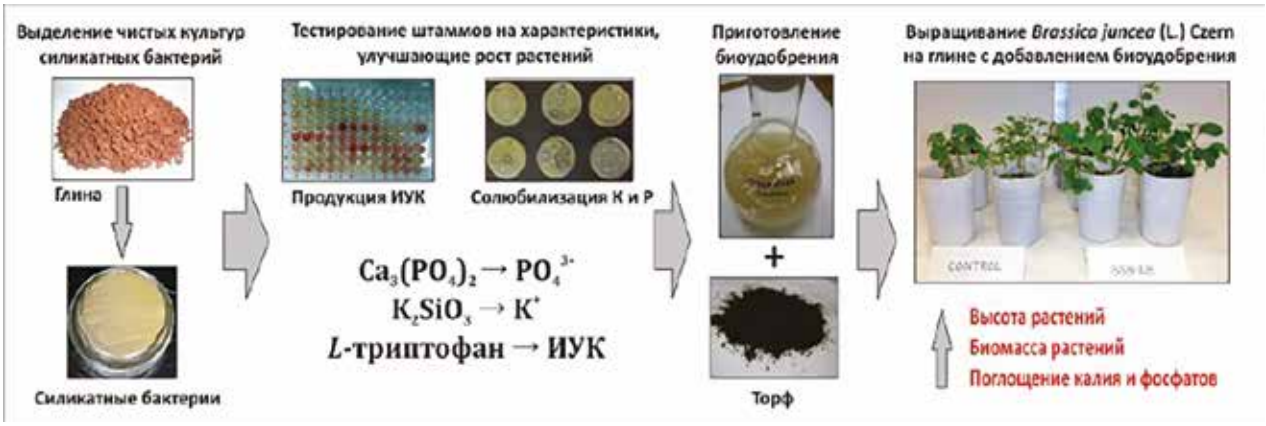
Maleva M. et al. Biofertilizer based on silicate solubilizing bacteria improves photosynthetic function of Brassica juncea // AGROFOR International Journal (2017) 2(3): 13-19. doi:10.7251/AGRENG1703013M

Borisova G.G. et al. Effect of the biofertilizer based on silicate solubilizing bacteria on the photosynthetic apparatus of Brassica juncea (L.) Czern. // Материалы международной научной конференции PLAMIC 2018 «Растения и микроорганизмы: биотехнология будущего». Уфа (2018). 14.

Возьмите на заметку:

Силикатные бактерии способны к солюбилизации калия, фосфатов и синтезу ИУК из триптофана.

Биоудобрение на основе силикатных бактерий стимулировало рост и накопление биомассы *Brassica juncea*, а так же усиливало поглощение калия и фосфатов растениями.



Особенности осеннего старения хвои лиственницы в условиях Сибири

Гаевский Н. А.[1], Помыткин Н. С.[2]

[1]ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", Красноярск, Россия,
[2]ФГБУН "Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения РАН", Красноярск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-107
E-mail: nikgna@gmail.com

Осеннее старение листьев – важный процесс при подготовке растений к холодным временам года. Процесс старения затрагивает метаболизм пигментов, белков, липидов, проявляется в смене окраски листьев с зеленой на желтую. Прерывание этого процесса может отрицательно сказываться на состоянии растений. Лиственницы - листопадные виды семейства Pinaceae являются главными компонентами бореальных, горных и субальпийских лесов Азии и Европы. Наиболее распространенные бореальные виды лиственниц занимают обширные территории с широким спектром экологических условий, включая холодный климат и короткий вегетационный период. В сибирском регионе нарушение осеннего процесса физиологического старения хвои *L. sibirica* и других деревьев было зарегистрировано в 2016 году, когда хвоя у лиственницы сохраняла желтозеленую окраску и не опала до конца ноября. В хвое содержание хлорофилла составляло от 13% до 71% от максимального уровня в 2017 году, однако фотосинтетическая активность отсутствовала. Анализ температур за осенний период 2016 года показал, что главными причинами этого события являлись аномально тёплые средние температуры сентября и аномально низкие минимальные температуры октября.

Транслокаторы АДФ/АТФ и АБК 8′-гидроксилаза – низкомолекулярные «спасатели» системы окислительного фосфорилирования митохондрий

Газизова Н.И., Рахматуллина Д.Ф., Минибаева Ф.В.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-108
E-mail: natgazizova@mail.ru

Система окислительного фосфорилирования митохондрий включает пять основных мультиферментных комплексов, способных ассоциироваться в суперкомплексы. Нами обнаружено, что блокирование I и III комплексов ротеноном и антимицином А индуцирует снижение митохондриального потенциала, неожиданное увеличение поглощения кислорода, чувствительное к ингибиторам синтеза белка, и образование гигантских митохондрий в клетках корней пшеницы. Анализ мембраносвязанных митохондриальных белков при помощи BN-PAGE и BN/SDS-PAGE выявил, что при действии митохондриальных ингибиторов не наблюдалось изменений в типах и активности комплексов и суперкомплексов. Обнаружено, что обработка корней ингибиторами приводила к появлению низкомолекулярных мембраносвязанных митохондриальных белков. С помощью MALDI-TOF/TOF данные белки были идентифицированы как ANT1 и ANT2 (транслокаторы АДФ/АТФ) и АБК 8'-гидроксилаза. Мы полагаем, что появление этих белков при действии ингибиторов направлено на компенсацию дефицита энергии посредством увеличения переноса АДФ/АТФ и стабилизацию митохондриальных суперкомплексов, что улучшает снабжение клеток АТФ. Работа поддержана грантом РФФИ № 17-04-01562.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Rakhmatullina D, Ponomareva A, Gazizova N, Minibayeva F (2016) Mitochondrial morphology and dynamics in Triticum aestivum roots in response to rotenone and antimycin A. Protoplasma 253:1299-1308. https://doi.org/10.1007/s00709-015-0888-0

Возьмите на заметку:

Появление мембраносвязанных митохондриальных белков ANT1 и ANT2 (транслокаторов АДФ/АТФ) и АБК 8'гидроксилазы при действии ингибиторов I и III комплексов системы окислительного фосфорилирования направлено на компенсацию дефицита энергии.

Для чего растениям льна различные комплексы на основе рамногалактуронана I?

Гайфуллина И.З., Петрова А.А., Козлова Л.В., Сибгатуллин Т.А., Микшина П.В.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН", Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-109

E-mail: gaifullina9292@mail.ru

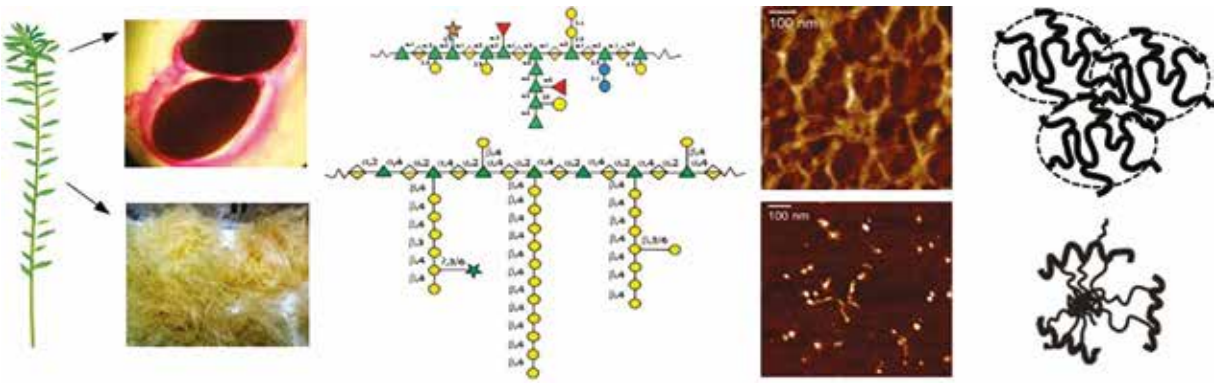
Растительная клеточная стенка представляет собой ключевой источник разнообразных углеводных комплексов, сочетание которых, во многом, определяет особенности роста, развития и специализации растительных организмов. Одним из подходов для «отбора» определенных структурно-функциональных типов таких комплексов может служить анализ их ткане- и стадия-специфичных вариантов. Растения льна – удобная модель для получения ткане- и стадия-специфичных комплексов на основе рамногалактуронана I – ключевого компонента слизи, образуемой семенами при прорастании, а также тонкой первичной и утолщенной третичной клеточных стенок. В докладе на примере рамногалактуронанов I этих типов будут охарактеризованы особенности организации и свойств формируемых ими комплексов и сформулированы представления о взаимосвязи выявленных особенностей с функциональной нагрузкой этих биополимеров на разных этапах развития растений льна. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (18-34-00794 и 18-34-20091).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Mikshina P. V. et al. Gelation of rhamnogalacturonan I is based on galactan side chain interaction and does not involve chemical modifications //Carbohydrate polymers (2017) 171: 143-151. doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.05.013 (Polina V.Mikshina, Olga N.Makshakova, Anna A.Petrova, Ilzira Z.Gaifullina, Bulat Z.Idiyatullin, Tatyana A.Gorshkova,Yuriy F.Zuev)

Возьмите на заметку:

В одном растении на разных этапах роста, развития и специализации формируются различные структурнофункциональные типы комплексов на основе одного вида полисахаридного остова (рамногалактуронан I).



Адаптационная способность сосны обыкновенной на примере географических культур

Галдина Т.Е.

ФГБО ВО "Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова", Воронеж, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-110
E-mail: tatyana_galdina@mail.ru

Pinus sylvestris L. образует популяции на песчаных, супесчаных, а также торфяных и глинистых почвах. Такая пластичность вида к почвенно-климатическим условиям распространения достигается за счет высокой степени адаптационной способности сосны обыкновенной. Сравнительно-анатомические исследования, проведенные в географических культурах и естественных борах сосны обыкновенной с целью изучения анатомии хвои и выявления анатомической изменчивости, помогли получить данные об особенностях формирования органов вегетативного побега. Результаты работы показали, что строение ассимиляционной ткани и развития пластинки листа отражают влияние прошлых и современных условий существования. На момент исследований отмечено, что хвоя сосны обыкновенной, произрастающая в разных лесорастительных зонах характеризуется разными структурно-анатомическими показателями, обуславливающие их хороший рост и устойчивость. Однако, при перемещении из естественных условий местопроизрастаний в новые (географические культуры) наблюдается сглаживание существенных различий в морфолого-анатомической структуре хвои, то есть происходит структурная адаптация ассимиляционного аппарата к новым условиям произрастания.

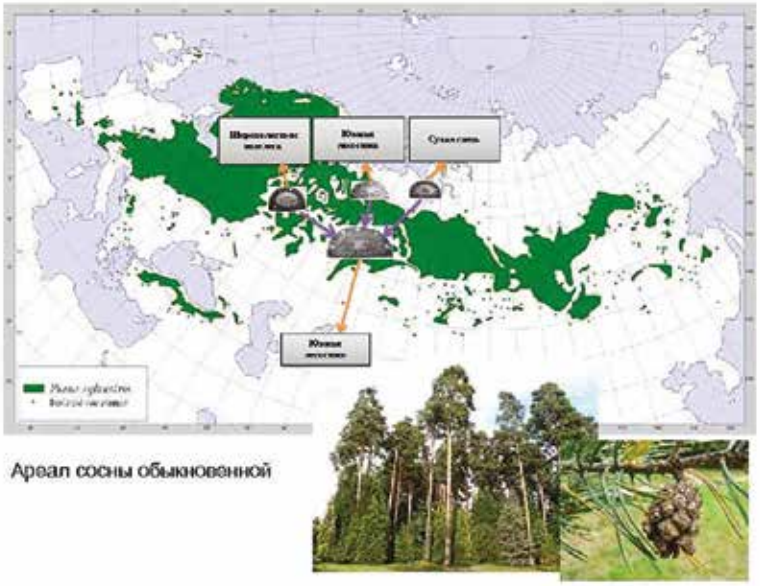
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Галдина Т. Е. Полиморфизм сосны обыкновенной по морфометрическим показателям хвои в географических культурах / Воронеж, 2001.

Галдина Т. Е.Многомерный анализ морфолого-анатомических признаков хвои сосны обыкновенной Иннродукции : материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 25-27 сентября 2001 г. / ВГЛТА. - Воронеж, 2001.

Возьмите на заметку:

Пластичность морфолого-анотомической структуры хвои способствует высокой степени адаптации *Pinus sylvestris* L. к новым условиям, обеспечивающая устойчивость и рост, что позволяет широко использовать для лесохозяйственных целей данную древесную породу.



Эктопическая экспрессия CLE41 в ксилеме приводит к нарушению ориентации клеточных делений камбиальных производных у карельской березы

Галибина Н.А., Новицкая Л.Л., Мощенская Ю.Л., Никерова К.М.

Институт леса — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-111
E-mail: galibina@krc.karelia.ru

При разных сценариях ксилогенеза исследованы TDIF-пептид и его рецептор TDR, играющие основную роль в судьбе клеток камбия. Данные о роли TDIF-TDR в регуляции вторичного роста древесных растений единичны, при этом остается открытым вопрос о возможных регуляторах генов, кодирующих TDIF (CLE41) и TDR (PXY). Объектами исследования были обычная береза повислая и карельская береза, у которой в пределах одного дерева наряду с нормальной по строению происходит образование аномальной древесины. Формирование узорчатой древесины карельской березы (характерны крупные включения клеток паренхимы и нарушение ориентации проводящих элементов) происходит на фоне увеличения уровня экспрессии генов CLE41 во флоэме, PXY в камбиальной зоне и эктопической экспрессии CLE41 в ксилеме. Установлена возможность экспериментальной регуляции CLE41 и PXY. Эндогенное повышение сахаров у обычной березы приводит к увеличению уровня экспрессии CLE41 и PXY, способствуя возрастанию числа делений в камбиальной зоне и изменению локализации экспрессии CLE41, что может быть причиной нарушения плоскости деления производных камбия. Финансовое обеспечение из средств на выполнение ГЗ ИЛ КарНЦ РАН и РФФИ № 19-04-00622_а.

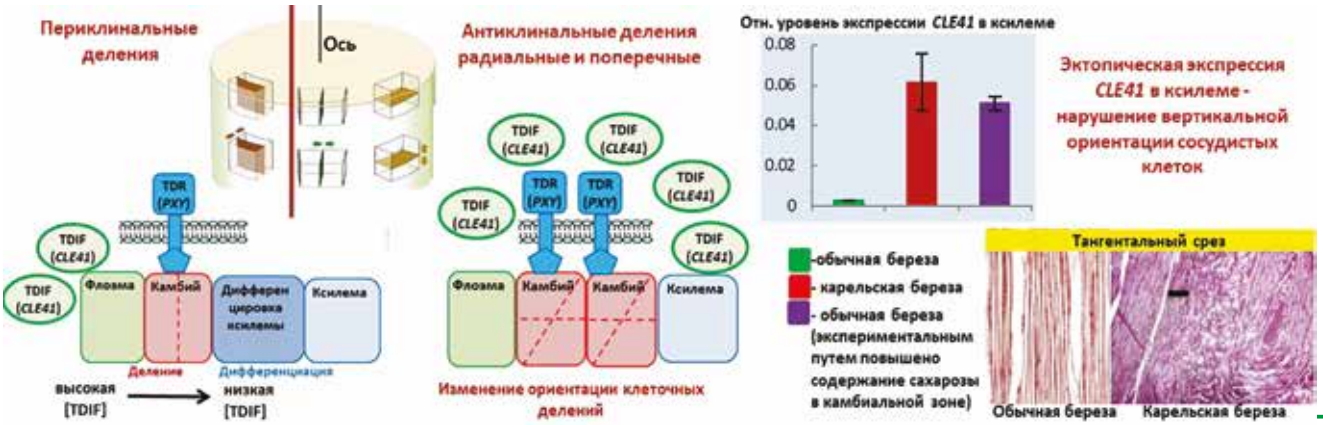
Основные публикации авторов по тематике доклада:

N.A. Galibina, L.L. Novitskaya, K.M. Nikerova, Yu.L. Moshchenskaya, M.N. Borodina, I.N. Sofronova. Apoplastic Invertase Activity Regulation in the Cambial Zone of Karelian Birch // Russian Journal of Developmental Biology. 2019. Vol. 50. No. 1. P. 20-29.

N.A. Galibina, L.L. Novitskaya, K.M. Nikerova. Source-Sink Relations in the Organs and Tissues of Silver Birch during Different Scenarios of Xylogenesis // Russian Journal of Plant Physiology. 2019. Vol. 66. No. 2. P. 308-315.

Возьмите на заметку:

Экспериментально увеличивая содержание сахарозы в тканях ствола березы повислой, можно регулировать экспрессию генов CLE41 и PXY, играющих роль в нарушении вертикально-тяжевой ориентации структурных элементов ксилемы у карельской березы.



Пептидные гормоны CLE и CEP у картофеля

Ганчева М.С., Рутковская Е.А., Полюшкевич Л.О., Лебедева М.А., Додуева И.Е., Лутова Л.А.

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра генетики и биотехнологии, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-112
E-mail: ganchovai@gmail.com

Наряду с ауксинами и цитокининами, пептидные гормоны также вовлечены в регуляцию развития и роста растений. CLE и CEP относятся к наиболее изученным семейств пептидных гормонов. Пептиды CLE вовлечены в регуляцию различных типов меристем – апикальных меристем, камбия, а также участвуют в реакции на содержание азота в среде. Пептиды CEP регулируют рост растений в ответ на дефицит азота. Гены, кодирующие пептиды CLE и CEP у картофеля ранее не были идентифицированы. Известно, что к осени, запасы азота в почве истощаются и это индуцирует образование клубней. Мы выявили 22 гена *StCLE* и 5 *StCEP* у картофеля и провели количественный анализ их экспрессии в корнях при различном содержании азота в среде. Мы обнаружили, что экспрессия некоторых *StCLE* повышается при добавлении азота, а экспрессия *StCEP* – снижается. Далее мы проанализировали, как их сверхэкспрессия влияет на клубнеобразование. Помимо этого, пептиды *CLE* регулируют рост утолщением. Мы выявили гомологи этих CLE и проанализировали их экспрессию при утолщении клубня. Мы сконструировали вектора для сверхэкспрессии и подавления экспрессии этих генов.

Работа поддержана грантами РФФИ 18-34-00020 и 19-016-00177.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

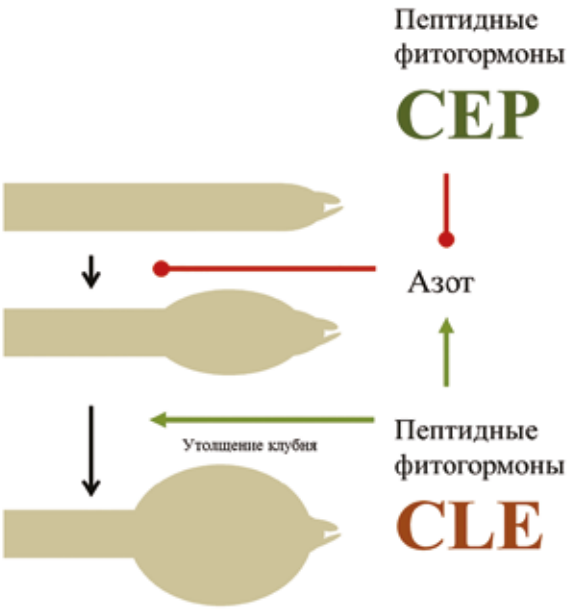
Ганчева М.С., Маловичко Ю.В., Полюшкевич Л.О., Додуева И.Е., Лутова Л.А. Пептидные гормоны растений. // Физиология растений (Russian Journal of Plant Physiology). 2019, том 66, No 2, с. 83–103

Gancheva M., Dodueva I., Lutova L. Role of CLE genes in tuber development in potato. In Vitro Developmental Cellular Biology - Plant (2018) 54 (Suppl 1):S53

Возьмите на заметку:

Поиск регуляторов утолщения клубня

Поиск регуляторов ответа на содержания азота в среде



Активность ИУК-оксидазы (ИУКО) и ИУК в корнях гороха при инокуляции семян стимулирующими рост растений эндофитами (PGPE) и ризобиями

Гарипова С.Р.[1], Иванчина Н.В.[1], Хайруллин Р.М.[2], Шакирова Ф.М.[2], Ласточкина О.В.[3], Пусенкова Л.И.[3]

[1]ФГБО ВПО "Башкирский государственный университет", Уфа, Россия,
[2]ФГБУН "Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН", Уфа, Россия,
[3]ФГБНУ "Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства", Уфа, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-113
E-mail: garipovasvetlana@gmail.com

Известно, что как PGPE, так и ризобии способны продуцировать ИУК. Стимуляция роста растений бактериями связана с уровнем продукции ими гормона, титром клеток и активностью растительной ИУКО. Исследована активность ИУКО в корнях гороха при обработке *Rh. leguminosarum* 1078, *B. subtilis* 161РН и 11ВМ, продуцирующими *in vitro* ИУК в концентрации 1, 2 и 5 мкг/мл, соответственно. Экзогенная ИУК в высокой концентрации подавляла рост гороха. В корнях двухсуточных растений активность ИУКО при действии бацилл была 20% и 40%, а ризобий – 60% и 5% от контроля в дозах 10^5 и 10^7 кл/семя соответственно. На 3-и сутки в инокулированных ризобиями корнях активность ИУКО была на уровне контроля. На 4-е сутки двукратный всплеск ИУКО отмечен во всех вариантах кроме обработки ризобиями в малой дозе, при этом активность ИУКО согласовывалась с содержанием ИУК в корнях 5-суточных растений. Подтверждена гипотеза о способности растений ограничивать «нежелательное» накопление ИУК, продуцируемой PGPE. Обсуждается регуляторная роль ИУКО.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Иванчина Н.В., Гарипова С.Р., Хайруллин Р.М. Влияние дозы клеток эндофитных штаммов Bacillus subtilis, продуцирующих индолил-3-уксусную кислоту, на рост и продуктивность гороха (Pisum sativum L.) // Агрохимия. 2018. №4. С. 39-44. eLIBRARY ID: 15268872

Возьмите на заметку:

Суперпродукция ИУК эндофитами может приводить к нежелательному подавлению роста растений.

Растения способны регулировать сверхнакопление бактериальной ИУК активацией ИУКО.

Роль альтернативной оксидазы в регуляции клеточного гомеостаза при становлении фотосинтетической функции листа

Гармаш Е.В.

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Сыктывкар, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-114

E-mail: garmash@ib.komisc.ru

На основе профилирования экспрессии генов и изучения активности компонентов дыхательных путей и антиоксидантных ферментов установлены закономерности функционирования альтернативного пути дыхания (АП) при становлении фотосинтетической функции листа пшеницы в процессе его деэтиоляции. Свет индуцировал экспрессию *AOX1a* - гена альтернативной оксидазы, которая совпадала с динамикой вовлечения АП. Быстрое развитие тилакоидной системы в первые 6 ч деэтиоляции сопровождалось активацией АОХ на фоне высокого углеводного статуса. Снижение экспрессии *AOX1a* и вовлечения АП после 12 ч соответствовало индукции экспрессии генов других нефосфорилирующих путей (НФП) и ферментов антиоксидантной защиты. Развитие функционально-компетентного фотосинтетического аппарата после 24 ч деэтиоляции сопровождалось снижением экспрессии генов и активности всех исследованных ферментов. Предложена схема сигнальных путей регуляции светом индукции экспрессии *AOX1a* и генов других НФП в зеленеющей клетке. Обоснована роль АОХ в регуляции уровня АФК и модуляции митохондриальной функции во время деэтиоляции. Работа поддержана грантом РФФИ № 19-04-00476-а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

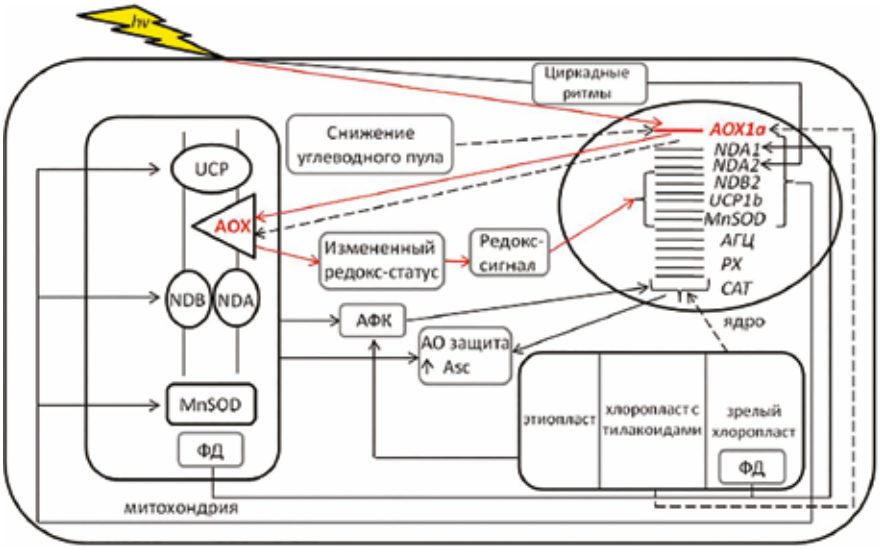
1. Garmash E.V. et al. Light regulation of AOX pathway during greening of etiolated wheat seedlings // Journal of Plant Physiology (2015) 174: 75-84. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2014.09.016

2. Garmash E.V. et al. Expression profiles of genes for mitochondrial respiratory energy-dissipating systems and antioxidant enzymes in wheat leaves during de-etiolation. //Journal of Plant Physiology (2017) 215: 110-121. doi: 10.1016/j.jplph.2017.05.023

Возьмите на заметку:

АОХ участвует в поддержании гомеостаза и уровня АФК при становлении фотосинтетической функции листа.

АОХ действует как модулятор митохондриальной функции.



Гипотетическая схема сигнальных путей регуляции светом индукции экспрессии *AOX1a* и генов других НФП (*NDB2, NDA1, NDA2, UCP1b)* и ферментов антиоксидантной защиты (*MnSOD;* аскорбат-глутатионовый цикл (АГЦ): *APX, DHAR, MDAR, GR; GPX; PX; CAT)* в зеленеющей клетке листа пшеницы. Штриховыми линиями обозначены сигнальные пути, ведущие к подавлению экспрессии *AOX1a* и активности АОХ. ФД – фотодыхание.

Особенности функционрования малатдегидрогеназы в мезофилле кукурузы при разных условиях освещености

Гатауллина М.О., Грибанова А.Е., Федорин Д.Н., Епринцев А.Т.

ФГБО ВПО "Воронежский государственный университет", Воронеж, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-115
E-mail: marina.gataullina@gmail.com

Малатдегидрогеназная система состоит из четырех ферментов: НАД-малатдегидрогеназа (К.Ф.1.1.1.37), НАДФ-малатдегидрогеназа (1.1.1.82) , НАД- малик энзим (1.1.1.39)и НАДФ-малик энзим (1.1.1.40). Свет и темнота являются важными сигналами в регуляции метаболизма растений. Влияние света происходит с помощью фитохромной (реакция на красный и дальний красный свет), и криптохромной систем (на синий свет). Целью данной работы было исследование изменения функционирования ферментов малатдегидрогеназной системы в мезофилле листьев кукурузыпри разных световых режимах. Анализ активности ферментов и относительного уровня транскриптов их генов показал, что для энзимов, кофакторами которых является НАД, в целом, характерна активация в темноте, чтообусловленно их работой в цикле Кребса и связанных в ним процессов. Ферменты, кофакторами которых является НАДФ более активны на свету из-за сопряжения с фотосинтезом. Кроме того, показана роль метилированияпромоторов в регуляции экспрессии их генов.

Протекторное действие ресвератрола на морфологию митохондрий проростков гороха

Генерозова И.П.[1], Жигачева И.В.[2], Бинюков В.И.[2], Миль Е.М.[2]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия,
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-116
E-mail: igenerozova@mail.ru

Исследовали протекторные свойства природного фитоалексина -3,5,4'-тригидроксистранс-стильбена (ресвератрола) – препарата, увеличивающего продолжительность жизни дрожжей и некоторых беспозвоночных и рыб. Защитные свойства препарата изучали на модели «старения» митохондрий (инкубация в гипотонической среде). При этом обращали внимание на морфологию и интенсивность ПОЛ в мембранах митохондрий. «Старение» приводило к изменению морфологии митохондрий: наблюдалось появление одиночных митохондрий большего объема и длины по сравнению с митохондриями контрольной группы, что, вероятно, свидетельствовало о набухании органелл. Набухание происходило на фоне активации ПОЛ. 10^{-6} М ресвератрол предотвращал набухание митохондрий и снижал интенсивность ПОЛ в мембранах митохондрий до контрольных значений. Однако в концентрации 10^{-4} М и выше ресвератрол проявлял прооксидантный эффект, т.е. активировал ПОЛ. Делается предположение, что защитный эффект исследуемого препарата в концентрациях 10^{-6} - 10^{-12} М обусловлен его антиоксидантными свойствами, а метод АСМ может быть использован для скрининга протекторных свойств биологически активных веществ.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Irina Zhigacheva et al. Combined Effect of Insufficient Watering, Moderate Cooling, and Organophosphorous Plant Growth Regulator on the Morphology and Functional Properties of Pea Seedling Mitochondria // Annual Research & Review in Biology (2014) 4: 3007-3025 doi: 10.9734/ARRB/2014/10255.

Binyukov V.I. et al. Morphological and Bioenergetic Chracteristics of Mitochondria under Stress and Action of Organogermanium Compounds // J of Natural Science and Sustainable Technology (2015) 9: 439-451.I

Возьмите на заметку:

Ресвератрол в концентрации 10^{-6}М и ниже ингибировал перекисное окисление липидов в мебранах митохондрии, сохраняя их морфологию, а в концентрации 10^{-4} М и выше ресвератрол проявлял прооксидантный эффект.

Влияние сверхмалых доз ресвератрола на микровязкость мембран митохондрий гороха

Герасимов Н.Ю.[1], Неврова О.В.[1], Жигачева И.В.[1], Генерозова И.П.[2], Голощапов А.Н.[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия,
[2]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-117
E-mail: n.yu.gerasimov@gmail.com

Эффект сверхмалых доз веществ на биохимические и биофизические параметры живых организмов доказан и имеет сложный полимодальный характер зависимости. Так как действие сверхмалых доз имеет сигнальную природу, представляется важным изучение влияния веществ в сверхмалых концентрациях на структуру мембран, как наиболее чувствительную конструкцию организма к внешней информации. В данной работе было исследовано действие ресвератрола в широком диапазоне концентраций (от $5*10^{-6}$ до $5*10^{-16}$ М) на микровязкость липидных и прибелковых областей липидного бислоя митохондрий гороха методом ЭПР спиновых зондов. Максимальное действие антиоксиданта наблюдалось для больших концентраций ($5*10^{-6}$, $5*10^{-8}$ М) и для сверхмалой ($5*10^{-14}$М). В областях доз между физиологическими и сверхмалыми ресвератрол практически не изменял микровязкость мембран митохондрий по сравнению с контролем, т.е. в данной области наблюдалась «мертвая» зона. Кроме того, для контрольной группы и концентрации препарата $5*10^{-14}$ М исследовали зависимость микровязкости от температуры. Для обеих исследованных групп наблюдались термоиндуцированные структурные перехода в областях температур 18-20°С как в липидной, так и прибелковой фазе.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Н. Ю. Герасимов et al. Действие NT-1505 на структуру мембран эндоплазматического ретикулума in vivo// Биофизика (2015) 60(5): 931-935.

Н.Ю. Герасимов et al. Влияние димебона на микровязкость мембран эндоплазматического ретикулума клеток мозга мышей in vivo// Биофизика (2016) 61(3): 478-482.

Возьмите на заметку:

Ресвератрол в сверхмалых концентрациях влияет на микровязкость мембмран.

Показана сложная полимодальная зависимость действия ресвератрола на микровязкость мембран от дозы.

Оценка содержания стрессовых белков в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в постпирогенный период в условиях Красноярской лесостепи.

Гетте И.Г.[1], Коротаева Н.Е.[2], Боровский Г.Б.[2]

[1]ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет", Красноярск, Россия,
[2]ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН", Иркутск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-118

E-mail: getteirina@yandex.ru

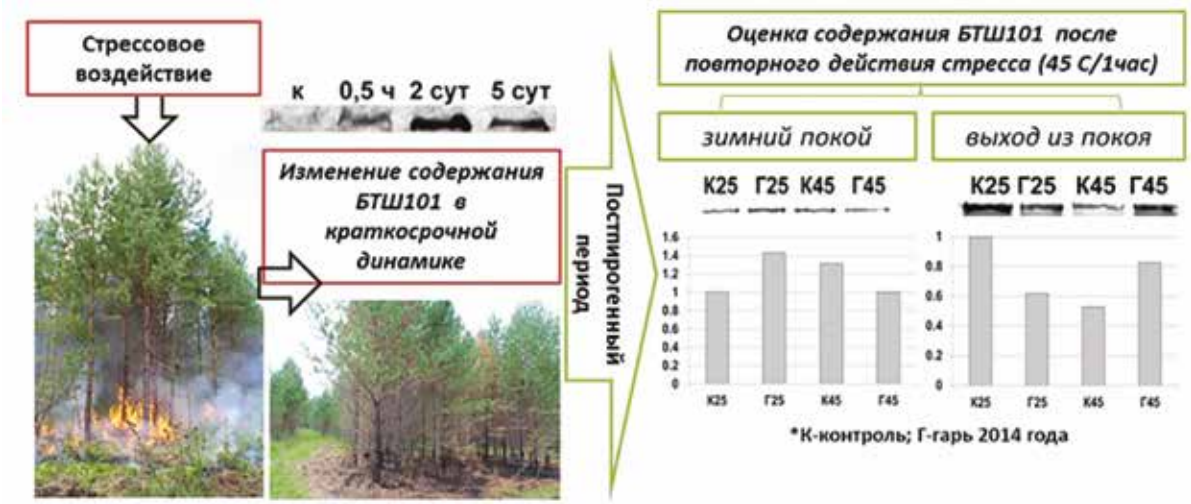
Лесные пожары - один из важных экологических факторов, влияющих на лесные экосистемы. Период огневого воздействия длится относительно недолго и вызывает небольшие изменения в физиологии и биохимии деревьев по сравнению с последующим, восстановительным периодом, который может существенно изменить физиологическое состояние растительного организма. В качестве биохимического маркера состояния растений было определено содержание белков теплового шока (БТШ) в хвое деревьев, переживших низовой пожар. Выявлены признаки первичной стрессовой реакции древостоя в виде накопления БТШ в хвое, подвергавшейся контролируемому выжиганию, соответствующему пожару слабой силы. Так же определено содержание стрессовых белков в хвое, сформированной в постпирогенных условиях в различные периоды отбора проб. Результаты говорят в пользу того, что у деревьев, переживших низовой пожар, происходят изменения в накоплении БТШ в ответ на повторное тепловое воздействие в восстановительном периоде, а также, что их потенциальные способности к защите от стресса могут быть повышены по сравнению с контрольными деревьями.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ № 17-34-50051; РФФИ-ККФН № 18-44-243007

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Коротаева Н.Е. и др. Белки теплового шока и фотосинтетическая активность хвои сосны обыкновенной в постпирогенный период//Вестник КрасГАУ (2017) 10 (133): 79-87

2. Гетте И.Г. и др. Оценка стрессовой реакции сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) на пирогенное воздействие в условиях Красноярской лесостепи//Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии (2018) 17: 339-343



Влияние гипоксии на накопление гинзенозидов в суспензионной культуре клеток *Panax japonicus* var. repens

Глаголева Е.С., Суханова Е.С., Кочкин Д.В.

ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-119
E-mail: glagoleva.elena@gmail.com

Культуры клеток высших растений широко используются для получения и исследования накопления вторичных метаболитов, основными из которых для женьшеня являются гинзенозиды. В суспензионных культурах, даже при непрерывном перемешивании, клетки могут испытывать недостаток в кислороде, однако мало известно о влиянии гипоксии на накопление гинзенозидов. С помощью ВЭЖХ-МС мы проанализировали изменение содержания гинзенозидов в клетках и среде культивирования коллекционного штамма женьшеня *Panax japonicus* var. *repens* через 48 и 72 часа после прекращения перемешивания. Содержание гинзенозидов различных структурных групп менялось разным образом. Так, в клетках значительно увеличилось количество гинзенозидов олеананового ряда со свободной С28-карбоксильной группой, таких как зингиброзид, на фоне снижения гликозилированных по этому положению олеананов. Снижение количества даммарановых гинзенозидов происходило в основном за счет выхода в среду, при этом гинзенозиды группы протопанаксадиола, в отличие от протопанаксатриолов, выходили в среду только в виде малонилированных или ацетилированных производных.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кочкин Д.В. et al. Обнаружение в суспензионной культуре клеток Panax japonicus var. repens редкого тритерпенового гликозида женьшеня–гинзенозида малонил-Rg1// Физиология растений (2017) (64)5, 337345. DOI: 10.7868/S0015330317050037

Определение свободных жирных кислот в бурых водорослях Белого моря методом MALDI-TOF масс-спектрометрии с помощью технологии Ленгмюра

Гладчук А.С.[1], Дубакова П.С.[1], Александрова М.Л.[1], Краснов К.А.[1], Краснов Н.В.[2], Фролов А.А.[3,4], Подольская Е.П.[1,2]

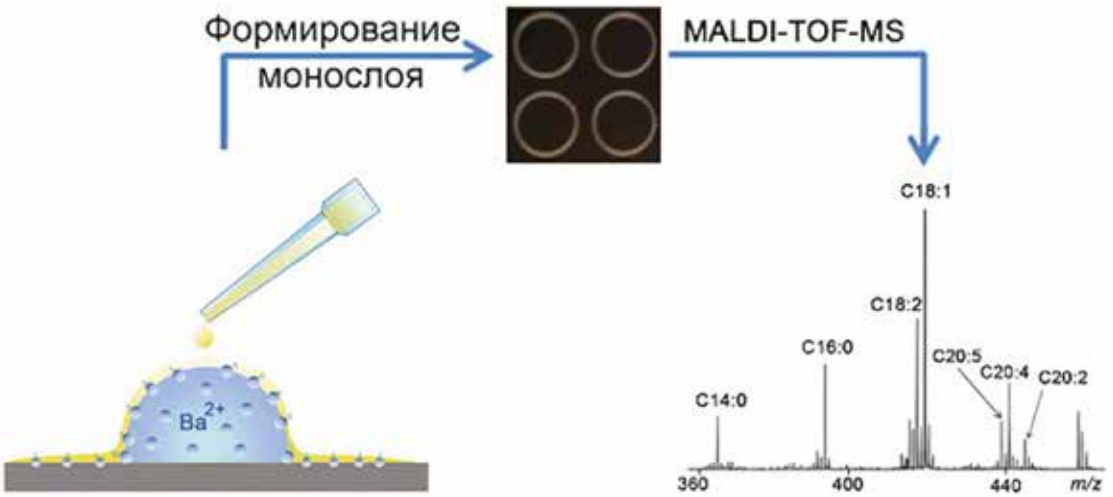
[1]ФГБУН «Институт токсикологии Федерального медико-биологического агентства», Санкт-Петербург, Россия,
[2]Институт аналитического приборостроения РАН, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Санкт-Петербургский государственный университет, Кафедра Биохимии, Санкт-Петербург, Россия,
[4]Институт Биохимии Растений, Департамент Биоорганической Химии, Халле (Заале), Германия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-120
E-mail: aleglad24@gmail.com

Бурые водоросли *F. vesiculosus* и *S. latissima*, произрастающие на литорали Белого моря, представляют значительный интерес как источники биологически активных веществ. Одними из наиболее важных компонентов в составе бурых водорослей являются вещества липидной природы и свободные жирные кислоты (СЖК). Для определения СЖК в составе экстрактов водорослей был разработан новый подход, основанный на масс-спектрометрическом анализе методом MALDI-TOF-MS. Метод, основанный на технологии Ленгмюра, позволил детектировать СЖК в виде монокарбоксилатов бария. Достоинствами нового метода являются простота процедуры, воспроизводимость, высокая чувствительность и скорость анализа. Процедура позволяет проводить быстрый скрининг состава СЖК в гексановыхэкстрактах из биологических образцов. Полученные результаты позволяют сделать вывод о количественном и качественном составе СЖК в талломах бурых водорослей, в том числе ряда ненасыщенных ЖК (в том числе состав соответствующих изомеров), принадлежащих к омега-комплексам, и относящихся к незаменимым ЖК.

Возьмите на заметку:

Исследование проводилось в рамках НИР «НОРД» (ФГБУН ИТ ФМБА России) с использованием оборудования ресурсного центра Научного парка СПбГУ «Развитие молекулярных и клеточных технологий».



Ассоциативные микроорганизмы растений ржи и пшеницы сортов Саратовской селекции

Глинская Е.В., Дымнич А.С., Неамах А.Н.

ФГБО ВПО "Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского", Саратов, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-121
E-mail: elenavg-2007@yandex.ru

Рожь и пшеница – ведущие продуктивные зерновые культуры, возделываемые на территории России. Зерно пшеницы богато клейковинными белками, зерно ржи – углеводами, клетчаткой, белками, жирами, витаминами; современные сорта злаковых культур устойчивы к неблагоприятным факторам окружающей среды. Микроорганизмы, образующие ассоциации с растениями, могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на рост и развитие растений. Целью работы являлось изучение видового состава ассоциативных бактерий растений ржи сорта «Марусенька» и пшеницы сорта «Калач 60», возделываемых на полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» (Саратов, Россия). Бактерии-ассоцианты изолировали с поверхности побегов, из внутренней среды и ризосферы растений. Идентификация проводилась по Определителю бактерий Берджи, видовая принадлежность подтверждалась секвенированием штаммов по 16S рРНК (ЗАО «Синтол», г. Москва). Из растений ржи выделено 18 видов бактерий 7 родов (*Bacillus, Erwinia. Kocuria, Listeria, Paracoccus, Staphylococcus, Xenorhabdus)*, из растений пшеницы – 18 видов 8 родов (*Bacillus, Cellulomonas, Exiguobacterium, Listeria, Microbacterium, Micrococcus, Pseudomonas, Staphylococcus*).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Дымнич А. С., Глинская Е. В. Микробные ассоциации растений ржи сорта «Марусенька» // Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники. Уфа, 2018.

Белей Е. В., Глинская Е. В. Микробные ассоциации растений пшеницы сорта «Калач 60» // Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники. Уфа, 2018.

Возьмите на заметку:

Рожь сорта «Марусенька»

Пшеница сорта «Калач 60»

Ассоциативные микроорганизмы: *Bacillus, Cellulomonas, Erwinia, Exiguobacterium, Kocuria, Listeria, Microbacterium, Micrococcus, Paracoccus, Pseudomonas, Staphylococcus, Xenorhabdus*

Применение РНК-кэпирующего фермента (VCE) для оценки дифференциальной экспрессии бактериальных генов в растительномикробной патосистеме *Nicotiana tabacum-Pectobacterium atrosepticum*

Гоголева Н.Е.[1], Балкин А.С.[2], Осипова Е.В.[1], Савастьянов А.С.[3], Горшков В.Ю.[1], Шагимарданова Е.И.[4], Гоголев Ю.В.[1]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[2]Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, Оренбург, Россия,
[3]Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, Москва, Россия,
[4]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-122

E-mail: negogoleva@gmail.com

Растительно-микробные взаимодействия относятся к одним из наиболее изучаемых объектов. Транскриптомный анализ методом высокопроизводительного секвенирования (RNA-seq) служит эффективным инструментом для описания преимущественно макросимбионта. Оценка микробного транскриптома затруднена минорным вкладом микросимбионта в пул РНК, что требует многократного увеличения глубины прочтения и отражается на сложности и стоимости эксперимента. Метод Cappable-seq основан на мечении биотином трифосфорилированных 5'-концов РНК, что позволяет проводить обогащение РНК-библиотек бактериальными транскриптами. Метод также дает возможность определить с точностью до 1 нуклеотида сайты инициации транскрипции и анализировать не только мРНК но и некодирующую РНК. Недостатком является отсутствие стандартных алгоритмов математической обработки результатов. Преодоление этой трудности позволило нам разработать универсальную платформу для транскриптомного анализа бактерий, обитающих непосредственно в тканях макроорганизма. Полученные данные совпадают с результатами экспериментов с применением стандартных РНК-библиотек и выявляют новую роль некодирующих РНК в растительно-микробных взаимодействиях.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, грант 17-14-01363
Биоинформационная часть выполнена при поддержке РФФИ, гранты 18-54-00021 и 17-04-01908

Возьмите на заметку:

Метод Cappable-seq позволяет оценить дифференциальную экспрессию генов микросимбионта в растительномикробных системах. Метод также дает возможность определить с точностью до 1 нуклеотида сайты инициации транскрипции.

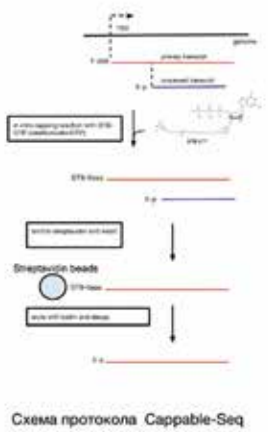
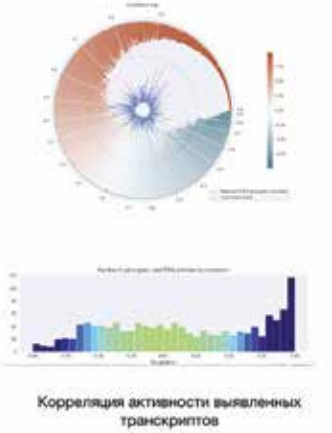


Схема протокола Cappable-Seq



Корреляция активности выявленных транскриптов

Тонкий трансляционный контроль мРНК: сложная паутина механизмов и ее актуальность для функциональной геномики и биотехнологии растений

Голденкова-Павлова И.В.[1], Мустафаев О.[2], Дейнеко И.В.[1], Тюрин А.А.[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия,
[2]Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-123

E-mail: irengold58@gmail.com

Трансляция мРНК в белковый продукт – это изящно регулируемый, почти безошибочный процесс. Экспериментальные данные и теоретические предсказания свидетельствуют о сложной информации, закодированной в мРНК, которые, как правило, и определяют дальнейшую судьбу любой мРНК – образование белка. В докладе будут: (i) суммированы современные данные о структурно-функциональных характеристиках мРНК растений и их взаимосвязи трансляционной эффективностью; (ii) рассмотрены новые экспериментальные и теоретические подходы для прояснения сложной сети механизмов трансляции; (iii) рассмотрен потенциал этих знаний для функциональной геномики и биотехнологии растений. Полагаем, что вклад регуляторных контекстов и их сочетаний в трансляционный статус индивидуальных мРНК сможет приблизить к достижению «Золотой мечты» исследователя – все этапы регуляции экспрессии генов, в том числе и привнесённых извне, под его строгим контролем. Эти знания позволят расширить прикладной потенциал регуляторных контекстов мРНК, как для идентификации новых генотипов растений с лучшими комбинациями аллелей, так и для дизайна нового поколения трансгенных растений. Работа выполнена в рамках гранта РНФ 18-14-00026.

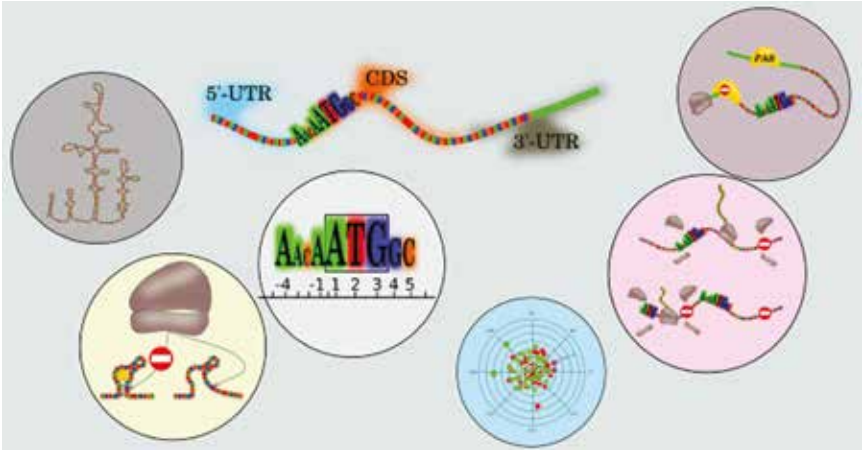
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Тюрин А.А. с соавт. Эффективность экспрессии гетерологичного гена в растениях зависит от нуклеотидного состава 5'-области мРНК. Физиология растений. 2016. 63., № 4. стр. 546-558. DOI: 10.1134/S1021443716030158

I.V. Goldenkova-Pavlova et al. Computational and Experimental Tools to Monitor the Changes in Translation Efficiency of Plant mRNAs on a Genome-wide Scale: Advantages, Limitations, and Solutions. Int. J. Mol. Sci. 2019, 20(1), 33, https://doi.org/10.3390/ijms20010033

Возьмите на заметку:

- Корреляция между уровнями мРНК и соответствующего белка крайне скромная;
-Многочисленные регуляторные коды определяют трансляционный статус индивидуальных мРНК;
- Регуляторные коды мРНК имеют потенциал для геномики и биотехнологии растений.



20Е-зависимая регуляция роста и вторичного метаболизма клеточной культуры *Lychnis chalcedonica* L.

Головацкая И.Ф., Нечаева М.В., Бойко Е.В.

ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-124
E-mail: golovatskaya.irina@mail.ru

Слабым звеном в получении БАВ при культивировании каллусных клеток растений *in vitro* является согласованность процессов активного клеточного роста и синтеза первичных метаболитов. Остается мало изученным механизм контроля ростовых процессов в клетках со стороны вторичных метаболитов. Известно, что *Lychnis chalcedonica* L. in vivo синтезирует фитоэкдистероиды и флавоноиды (ФЛ). Целью исследования было изучение влияния 20-гидроксиэкдизона (20Е) на рост и вторичный метаболизм 30-дневной каллусной культуры L. *chalcedonica*. Исследовали прирост сырой массы, содержание сухого вещества и воды, а также содержание вторичных метаболитов 20Е и суммы ФЛ в культуре клеток, полученной авторами. В результате показано, что присутствие 1 и 1000 пМ 20Е в питательной среде увеличило сырую массу культуры за счет обводнения клеток и накопления сухого вещества. Рост культуры проходил на фоне сдерживания вторичного метаболизма клеток. Содержание ФЛ снизилось при действии экзогенного 1 пМ 20Е, в то время как эндогенный уровень 20Е увеличился. Из полученных данных следует, что 20Е играет роль регулятора роста клеток на стадии их активного деления in vitro и способствует торможению синтеза ФЛ.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

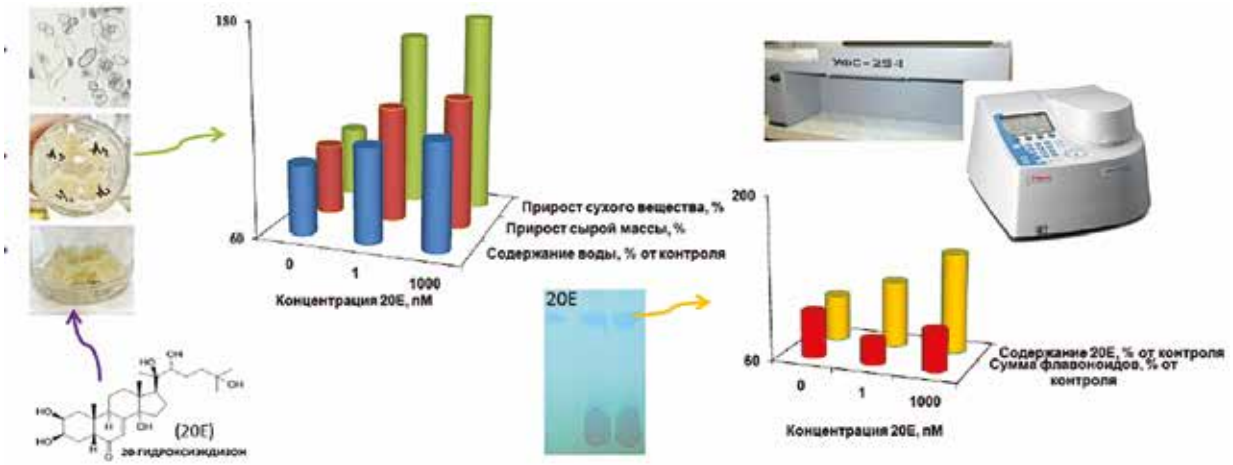
Головацкая И.Ф. Действие экдистерона на морфофизиологические процессы в растении // Физиология растений (2004) 51: 452–458.

Головацкая И.Ф., Володина Н.А. Регуляция роста и вторичного метаболизма клеточной культуры Saussurea orgaadayi 28-гомобрассинолидом и селеном // Известия Самарского научного центра РАН (2013) 15: 1591–1596.

Возьмите на заметку:

20Е, добавленный в питательную среду, увеличивает рост клеточной культуры *Lychnis chalcedonica* за счет обводнения и накопления сухого вещества.

Увеличение уровня эндогенного 20Е в клеточной культуре лихниса сдерживает увеличение флавоноидов.



Эколого-генетическая изменчивость содержания пигментов в листьях сортов сои северного экотипа

Головина Е.В.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур" ФАНО РФ, Орел, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-125
E-mail: kat782010@mail.ru

Признаками, характеризующими способность фотосинтетического аппарата к адаптации, являются содержание пигментов в листьях растений и их соотношение. Знание генетической детерминации структуры и функции пигментного комплекса требуется для решения проблемы управления эффективностью фотосинтеза. Изучена изменчивость количества хлорофиллов и каротиноидов в листьях 9 новых сортов сои в связи с адаптивностью к погодным условиям ЦЧР РФ. Под воздействием метеорологических факторов пигментная система растений сои проявляет адаптивные свойства: в неблагоприятных условиях недостаточной инсоляции, избыточной влажности и недостатка тепла возрастает количество Хла и каротиноидов, а при избытке солнечного света и высоких температурах увеличивается содержание Хлb. Между содержанием различных форм хлорофилла существует тесная корреляция на уровне r=0,7-0,9. Напряженность корреляционных связей между количеством пигментов и хозяйственно ценными признаками изменяется под влиянием условий года. Установлены достоверные различия между сортами по содержанию пигментов. Обосновано положение о существенной значимости пигментного комплекса в формировании устойчивости сортов сои к погодным условиям региона.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Головина Е.В. Адаптивные реакции пигментного комплекса новых сортов сои в условиях ЦентральноЧерноземного региона // Материалы Всероссийской конференции «Современные аспекты структурнофункциональной биологии растений: от молекул до экосистем». Орел, 2017.–С. 354-362.

Головина Е.В. Научно-теоретическое обоснование возделывания сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ: автореф. дис.…д. с. х. наук. – Пенза, 2016.

Возьмите на заметку:

Изучена изменчивость количества хлорофиллов и каротиноидов в листьях 9 новых сортов сои в связи с адаптивностью. Обосновано положение о существенной значимости пигментного комплекса в формировании устойчивости сортов сои к погодным условиям ЦЧР РФ.

Фотозащитные механизмы факультативного САМ-растения *Hylotelephium triphyllum* в холодном климате

Головко Т.К., Захожий И.Г., Дымова О.В., Шелякин М.А., Табаленкова Г.Н., Малышев Р.В.

ФГБУН "Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН", Сыктывкар, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-126
E-mail: golovko@ib.komisc.ru

Интенсивность света сильно варьирует и нередко превышает способность растений ее утилизировать, особенно при стрессирующем действии других факторов, что может приводить к фотоповреждению. С целью установить роль отдельных фотозащитных механизмов мы исследовали адаптивные реакции *Hylotelephium triphyllum* в природных условиях таежной зоны. Выявлены закономерные изменения титруемой кислотности, сопряженные с накоплением малата, суточной ритмикой устьиц и CO_2-газообмена. Наиболее выраженное проявление САМ отмечали в период репродуктивного развития. Величина нефотохимического тушения флуоресценции хлорофилла коррелировала с уровнем конверсии пигментов ксантофиллового цикла. Листья с выраженной антоциановой окраской содержали меньше хлорофилла, отличались большей фотохимической активностью ФСII, меньшим вовлечением энергодиссипирующего пути дыхания и уровнем липопероксидации. Вклад отдельных фотозащитных механизмов менялся с возрастом, зависел от внешних условий и вовлечения САМ. Антоцианы усиливали фотопротекцию, обеспечиваемую хлоропластными и митохондриальными механизмами тепловой диссипации. Работа выполнена в рамках темы НИР (ГР АААА-А17-117033010038-7).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Головко Т.К. и др. Мезоструктура и активность фотосинтетического аппарата трех видов растений сем. Crassulaceae в холодном климате // Физиология растений (2008) 55: 671 – 680.

Шелякин М.А. и др. Содержание антоцианов, активность антиоксидантной и энергодиссипирующих систем в листьях Hylotelephium triphyllum (Haw.) Holub - представителя сем. Толстянковые на Севере // Молекулярные аспекты редокс-метаболизма растений: Матер. межд. симп. Уфа, 2017. С.432-435.

Возьмите на заметку:

Переключение с C_3 на САМ-тип защищает фотосинтетический аппарат *Hylotelephium triphyllum* от фотоингибирования, но не вносит существенного вклада в продуктивность, о чем свидетельствует величина $\sigma^{13}C$ для листьев и других органов (- 27‰).

Различия в сигналинге и активности факторов вирулентности бактериальных фитопатогенов и мутуалистов при воздействии нарингенина

Гончарова А.М., Ломоватская Л.А., Романенко А.С.

СИФИБР СО РАН, Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-127
E-mail: alvlad87@mail.ru

Нарингенин необходим бобовым для формирования симбиоза с бактериямимутуалистами. В работе использовали следующие виды бактерий: *Rhizobium leguminozarum* bv. *viceae (Rhl), Pseudomonas siringae* pv. *pisi* (*Psp*) и *Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus* (*Cms*) и широкий спектр концентраций нарингенина: 500 пМ, 1 нМ, 10 нМ, 100 нМ, 1 мкМ. Результаты показали, что в планктонной культуре 1 мкМ и 100 нМ стимулировали рост *Rhl* и *Psp* соответственно. В биопленках эффективные концентрации нарингенина отличались от таковых для планктонных культур: стимулировали рост биопленки *Rhl* 500 пМ нарингенина; снижали -1 мкМ. Для *Psp* 500 пМ ингибировали, но 100 нМ стимулировали. На рост планктонной культуры и плотность биопленок *Cms* нарингенин не повлиял. Однако у всех видов бактерий под воздействием специфических концентраций нарингенина в клетках бактерий планктонной культуры и в биопленках значительно возрастал уровень цАМФ, что происходило, преимущественно за счет возрастания активности аденилатциклазы. У *Rhl* и *Cms* повышение уровня цАМФ совпадало с активацией пектиназы и целлюлазы, в то время как у *Psp* наблюдался обратный эффект. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-34-00295-мол_а

Возьмите на заметку:

1. Нарингенин влияет на аденилатциклазу ризобий через лиганд-рецепторный путь взаимодействия.

2. Нарингенин оказывает разнонаправленное действие на сигналинг бактерий, различных по специализации и находящихся в разных жизненных формах.

Репродуктивный статус культурных растений и функциональная роль донорно-акцепторной системы

Гончарова Э.А.

Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова" (ВИР), Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-128
E-mail: e.goncharova@vir.nw.ru

Донорно-акцепторные связи вегетативных и генеративных органов, проявляющиеся в конкурентных взаимоотношениях и аттрагирующей активности, являются ведущими механизмами в адаптации растений к разным экологическим стрессам. Причины этих взаимодействий можно объяснить особой биологической значимостью генеративных органов (семян, плодов) для растения в эволюционном аспекте. У культурных растений в процессе селекции человек гипертрофически увеличил биомассу именно плодов, практически не изменив мощность фотосинтетического аппарата, что привело к усилению напряженности функционирования донор-акцепторной системы. Одним из важнейших звеньев метаболизма растений, связанных с механизмами саморегуляции своих функций, является транспорт различных веществ, в том числе и воды, главным образом, осуществляющий донорно-кцепторные связи в растении. Проведенные многолетние эксперименты на представителях различных ботанических семейств и видов растений позволили нам сформулировать ряд принципиально важных положений, характеризующих транспорт веществ. Образование плодовых органов, обладающих высокой аттрагирующей способностью, существенно повышает функциональную активность вегетативных органов и увеличивает общую устойчивость растения к экстремальным воздействиям; а генеративные органы мобилизуют все потенциальные возможности организма.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Гончарова Э.А. Водный статус культурных растений и его диагностика / Под ред. акад. В.А. Драгавцева. СПб, 2005. 112 с.

Гончарова Э.А. Изучение устойчивости и адаптации культурных растений к абиотическим стрессам на базе мировой коллекции генетических ресурсов. Санкт-Петербург, 2011. 336 с.

Выявление потенциальной нейропротекторной активности фенольных метаболитов Pelvetia canaliculata при Аß-индуцированной нейродегенерации

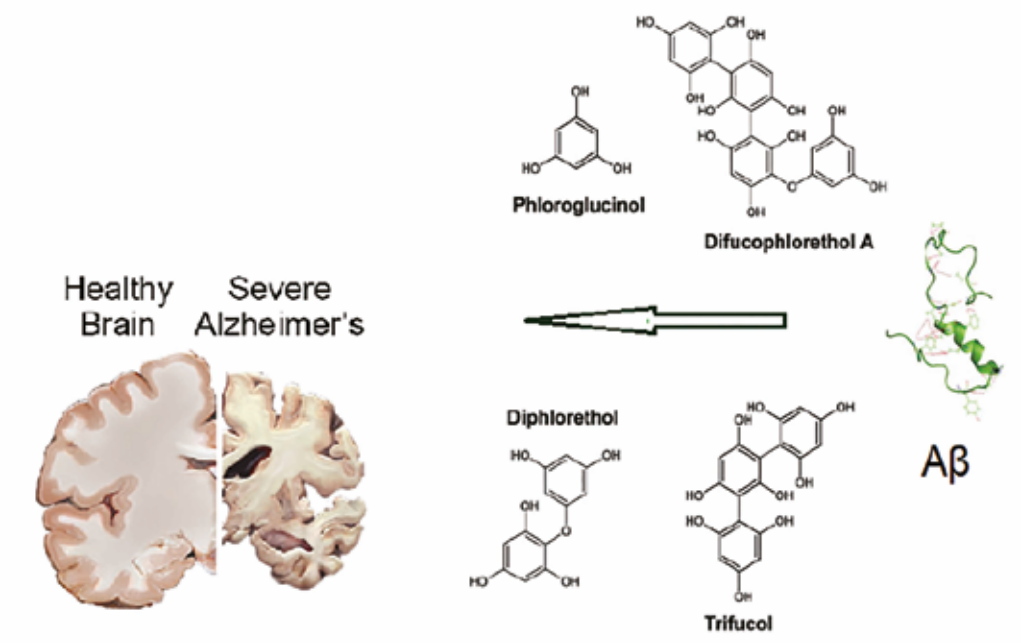
Горбач Д.П.[1], Лемешева В.С.[2], Романовская Е.В.[2], Роговская Н.Ю.[3], Бабаков В.Н.[3], Биркемаер К.[4], Фролов А.А.[5], Тараховская Е.Р.[6]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Кафедра биохимии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[3]ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, Капитолово, Россия,
[4]Институт аналитической химии, Кафедра химии и минералогии, Университет Лейпцига, Лейпциг, Германия,
[5]Институт биохимии растений Лейбница, Факультет биоорганической химии, Халле, Германия,
[6]Кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-129
E-mail: daria.gorba4@yandex.ru

Болезнь Альцгеймера – наиболее распространенное среди пожилого населения нейродегенеративное заболевание, характеризующееся прогрессирующей деменцией, нарушениями когнитивных и моторных функций. Механизмы патогенеза болезни Альцгеймера пока изучены недостаточно, однако известно, что центральную роль в развитии этого заболевания играет аккумуляция бляшек пептида Аβ в тканях мозга. Одним из новых перспективных инструментов терапии этого заболевания могут быть фенольные метаболиты бурых водорослей – флоротаннины. В этом исследовании нейропротекторная активность двух флоротанниновых экстрактов фукоида Pelvetia canaliculata была охарактеризована на клеточной модели болезни Альцгеймера. Очистка и тестирование активности флоротанниновых проб проводилась с помощью хромато-масспектрометрии (LC MS). Нейропротекторная активность флоротанниновых экстрактов была оценена путем анализа жизнеспособности и уровня апоптоза клеток линии SH-SY5Y (нейробластома), оцененых после инкубации с экзогенным β-амилоидом (пептид 25-35).

Полученные данные позволяют сделать вывод о перспективности дальнейшего изучения антинейродегенеративных эффектов флоротаннинов.



Рамногалактуронан I в третичных клеточных стенках волокон различных растений

Гордеева Е.П.[1], Назипова А.Р.[2], Микшина П.В.[2], Горшкова Т.А.[2]

[1]ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия,
[2]Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-130

E-mail: fernwehzusammen@gmail.com

Одним из источников напряжений, возникающих при формировании и функционировании различных тканей и клеток растений, является натяжение микрофибрилл целлюлозы в процессе развития третичной клеточной стенки волокон. Этот процесс является одним из ключевых механизмов для перемещения в пространстве различных органов, что важно для растений, характеризующихся прикрепленным образом жизни. Третичные клеточные стенки волокон различного происхождения (своеобразные “мускулы” растений) практически составлены из целлюлозы (80-90% от сухой массы) и рамногалактуронана I особого строения. При сходстве базового состава и структуры третичной клеточной стенки различного происхождения, у разных видов растений и в различных физиологических условиях могут различаться некоторые параметры структуры рамногалактуронана I. Работы выполнены при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 19-14-00361)

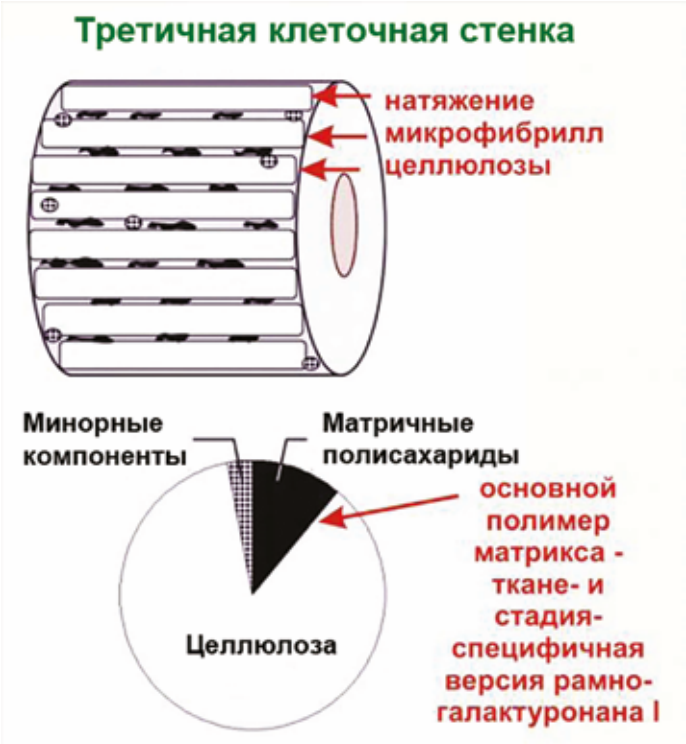
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Mokshina N.E. et al. Flax rhamnogalacturonan lyases: phylogeny, differential expression and modeling of protein structure // Physiologia plantarum (2018) doi:10.1111/ppl.12880

Gorshkova T.A. et al. Plant ‘muscles’: fibers with a tertiary cell wall // New Phytologist (2018) 218.1 66-72. doi: 10.1111/nph.14997

Возьмите на заметку:

Рамногалактуронан I - ключевой полисахарид, участвующий в формировании третичной клеточной стенки



Липоксигеназный каскад: ключевые ферменты биосинтеза, динамика экспрессии генов при абиотическом стрессе

Горина С.С., Смирнова Е.О., Топоркова Я.Ю., Гречкин А.Н.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-131

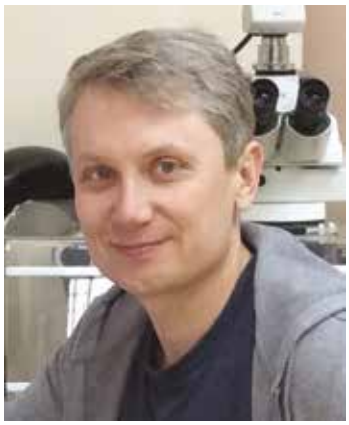
E-mail: gsvetlana87@gmail.com

Липоксигеназный каскад является источником обширной и разнообразной группы биологически активных соединений – оксилипинов, синтезирующихся при участии ферментов CYP74 (алленоксидсинтаз, гидропероксидлиаз (ГПЛ), дивинилэфирсинтаз и эпоксиалкогольсинтаз (ЭАС)). Для определения роли компонентов липоксигеназного каскада в реализации адаптационных стратегий при различных видах абиотических стрессовых факторах (окислительном стрессе, засолении, недостатке освещенности) была проанализирована динамика экспрессии ключевых генов липоксигеназного каскада, а также ключевых маркерных генов АБК-, этилен-, салицилат-, ауксин- и гиббереллин-зависимых гормональных систем. В качестве модельного объекта выступал картофель (*Solanum tuberosum*). В геноме картофеля присутствует 6 генов ферментов CYP74. Один из генов (*CYP74C4_ST*) был нами клонирован и охарактеризован. Было показано, что фермент CYP74C4_ST является дуалистичным и проявляет активность ГПЛ и ЭАС. Анализ динамики экспрессии генов показал, что активность генов изменяется не только в зависимости от стрессового фактора, но и различается в подземных и надземных органах растения. Работа выполнена при поддержке гранта МК-5989.2018.4.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Toporkova Y.Y. et al. Double function hydroperoxide lyases/epoxyalcohol synthases (CYP74C) of higher plants: identification and conversion into allene oxide synthases by site-directed mutagenesis // BBA – Molecular and Cell Biology of Lipids (2018) 1863(4): 369-378. doi: 10.1016/j.bbalip.2018.01.002

Анализ экспрессии микроРНК льна на ключевых стадиях развития флоэмных волокон



Горшков О.В.[1], Чернова Т.Е.[1], Мокшина Н.Е.[1], Гоголева Н.Е.[1], Суслов Д.В.[2], Ткаченко А.А.[3], Горшкова Т.А.[1]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[2]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра генетики и биотехнологии, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-132
E-mail: gorshkov@kibb.knc.ru

Ключевую роль в специализации растительных волокон играют два процесса – интрузивный рост и формирование третичной клеточной стенки, которые четко обособлены в пространстве и времени, позволяя анализировать ткане- и стадияспецифичные составляющие. Широкое использование растительных волокон в традиционных и инновационных технологиях актуализирует поиск молекулярных механизмов, позволяющих как регулировать, так и осуществлять эти процессы. МикроРНК контролируют множество аспектов биологии развития растений, включая клеточную пролиферацию и дифференцировку. В ходе транскриптомного профилирования флоэмных волокон льна на ключевых стадиях развития были выявлены все известные представители 23 семейств микроРНК льна, из которых miR159, miR319, miR397, miR398, miR408 были наиболее экспрессируемыми. Дифференциальный анализ экспрессии как микроРНК, так и потенциальных мРНК-мишеней определил ткане- и стадияспецифичные особенности экспрессии. Полученные данные обеспечивают основу для разработки подходов к манипулированию ключевыми стадиями развития растительных волокон, важными как для биологии растений, так и для улучшения качества волокнистых культур.

Исследования проведены при финансовой поддержке РНФ (грант 19-14-00361).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gorshkova T.A., Chernova T.E., Mokshina, N.E., Gorshkov V.Yu., Kozlova L.V., Gorshkov O.V. Transcriptome Analysis of Intrusively Growing Flax Fibers Isolated by Laser Microdissection // Sci Rep. (2018) 8(1), 14570. doi:10.1038/s41598-018-32869-2

Gorshkov O., Chernova T., Mokshina N., Gogoleva N., Suslov D., Tkachenko A., Gorshkova T. Intrusive Growth of Phloem Fibers in Flax Stem: Integrated Analysis of miRNA and mRNA Expression Profiles // Plants (2019) 8(2), 47. Doi:10.3390/plants8020047

Возьмите на заметку:

Паттерн экспрессии микроРНК льна на разных стадиях развития волокон флоэмы – интрузивном росте и формировании третичной клеточной стенки - свидетельствует о наличие up- и down-регулируемых микроРНК с ткане- и стадиеспецифичным характером экспрессии.

Роль представителя USP-подобных белков в регуляции баланса гиббереллинов и абсцизовой кислоты у *Arabidopsis thaliana*

Горшкова Д.С.[1], Гетман И.А.[1], Сергеева Л.И.[2], Воронков А.С.[1], Пожидаева Е.С.[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук, Москва,
[2]Wageningen University, Laboratory of Plant Physiology, Wageningen, The Netherlands
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-133
E-mail: stanisa-2002@yandex.ru

Универсальные стрессовые белки (Universal Stress Proteins, USP) были обнаружены у бактерий в условиях абиотического стресса. Их гомологи также присутствуют у растений, но изучены слабо. На основании биоинформационного анализа нами выявлено, что адениловая альфа-гидролаза, кодируемая геном *At3g58450* у *Arabidopsis thaliana*, принадлежит к семейству USP-белков. Инактивация этого гена привела к более позднему зацветанию трансгенных растений, что сопряжено с пониженным содержанием гиббереллинов (ГК) и измененной экспрессией флоральных генов *FT* и *FLC*. Методом qRT-PCR обнаружено преимущественное накопление транскриптов гена *At3g58450* в сухих семенах. При этом семена трансгенной линии прорастают с отставанием, которое значительно усиливается в присутствии абсцизовой кислоты (АБК) или паклобутразола, но исчезает при наличии в среде ГК. Более того, в проростках мутантной линии наблюдается измененное содержание компонентов сигнального пути ГК и АБК, белков GAI и ABI5. Таким образом, мы предполагаем участие белка AT3G58450 в регуляции баланса АБК и ГК при прорастании, что впоследствии отражается на онтогенезе растения в целом.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-04-00043.

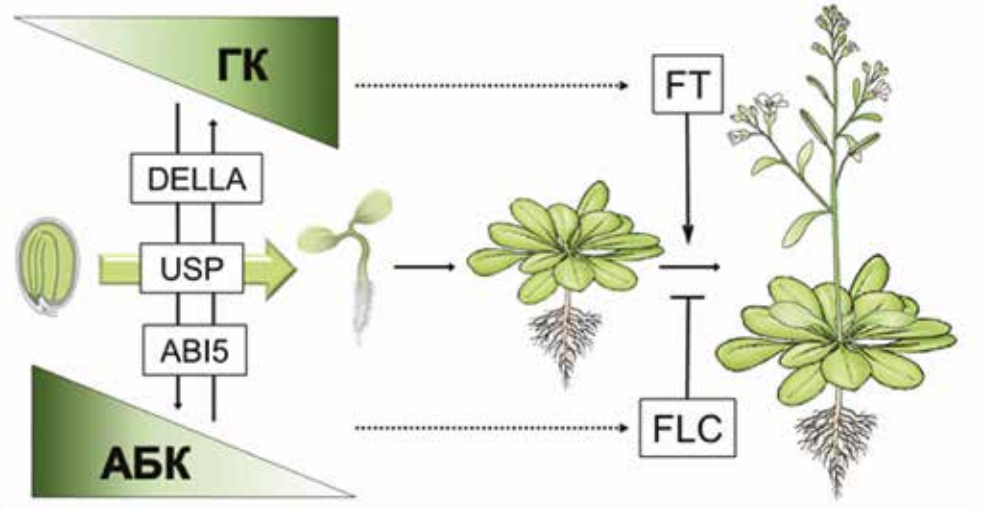
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Горшкова Д.С. и др. Ген универсального стрессового белка AtUSP регулируется фитогормонами и вовлекается в прорастание семян Arabidopsis thaliana // Доклады Академии Наук (2018) 479: 578-581. doi:10.1134/S1607672918020151

Горшкова Д.С. и др. Мутация в гене универсального стрессового белка UspA приводит к изменениям в росте и развитии растений Arabidopsis thaliana, а также к сниженной чувствительности к гиббереллинам. // IV Ефремовские чтения, Орел, 2017. 295-303.

Возьмите на заметку:

Роль растительных гомологов универсальных стрессовых белков прокариот (USP) не ограничивается выживанием в измененных условиях: USP-подобный белок AT3G58450 вовлечен в регуляцию прорастания, воздействуя на баланс абсцизовой кислоты и гиббереллинов.



Устойчивость растений к гипо- и гипертермии: связь изменений жирнокислотного состава, содержания активных форм кислорода и вклада альтернативной оксидазы в дыхание митохондрий

Грабельных О.И.[1,2], Побежимова Т.П.[1], Боровик О.А.[1], Степанов А.В.[1], Горностай Т.Г.[1], Корсукова А.В.[1], Забанова Н.С.[1,2], Кириченко К.А.[1], Войников В.К.[1]

[1]ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия
[2]Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-134
E-mail: grolga@sifibr.irk.ru

Обобщены результаты исследований жирнокислотного (ЖК) состава липидов, содержания активных форм кислорода (АФК) и вклада митохондриальной альтернативной оксидазы (АО) в дыхание, проведенных на этиолированных и зеленых растениях пшеницы и суспензионной культуре клеток арабидопсиса при действии низких и высоких температур. Знание механизмов, регулирующих ЖК-состав мембранных липидов при флуктуациях температур, очень важно. Выявлены особенности изменений ЖК-состава липидов при температурном стрессе в этиолированных и зеленых листьях пшеницы, а также в культуре клеток арабидопсиса с измененной (сенсовая и антисенсовая линии) экспрессией гена *AOX1a*, кодирующего АО. Изменение экспрессии *AOX1a* приводило к изменению вклада АО в дыхание, к изменениям в содержании АФК и ЖК-составе и в устойчивости клеток к гипо- и гипертермии. Показано, что α-линоленовая кислота участвует не только в адаптивной реакции клеток растений на действие низких температур, но и высоких. Предполагается, что усиление вклада АО в дыхание при действии закаливающих температур или в результате повышения экспрессии *AOX1a,* вызывает изменения метаболизма клеток, направленные на увеличение их термоустойчивости.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Grabelnych O.I. et al. Mitochondrial energy-dissipating systems (alternative oxidase, uncoupling proteins, and external NADH dehydrogenase) are involved in development of frost-resistance of winter wheat seedlings // Biochemistry (Moscow) (2014) 79: 506-519. doi: 10.1134/S0006297914060030

Грабельных О.И. и др. Влияние холодового шока на жирнокислотный состав и функциональное состояние митохондрий закаленных и незакаленных проростков озимой пшеницы // Биологические мембраны (2014) 31:204-217. doi: 10.7868/S0233475514020029

Возьмите на заметку:

Выявлены особенности изменений ЖК-состава липидов при температурном стрессе в этиолированных и зеленых листьях пшеницы, а также в культуре клеток арабидопсиса с измененной (сенсовая и антисенсовая линии) экспрессией гена *AOX1a*, кодирующего АО.

Изменение содержания пролина у разных видов рода *Ficus* L. при воздействии отрицательных температур

Гребенникова О.А., Браилко В.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН», Ялта, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-135

E-mail: oksanagrebennikova@yandex.ru

Условия ЮБК благоприятны для возделывания инжира, однако, зимой бывают оттепели с возвратным похолоданием, что отрицательно сказывается на перезимовке растений. В связи с этим актуально обнаружение наиболее морозостойких сортов и выявление биохимических параметров устойчивости к низким температурам, в частности содержание пролина. Объекты исследования: *Ficus carica* L., *Ficus palmata* Forsk., *Ficus virgata* Roxb., из участков НБС. Сорта вида *F.carica* L.: Крымский черный, Сары Стамбульский, Сабруция розовая и Опылитель Никитский. Содержание пролина определяли по методике Чинарда с использованием нингидринового реактива. Содержание пролина в почках инжира после промораживания при температуре –8°С увеличилось на 5-35%, при –10°С – на 2-41%, при–15°С – на 7-34% в зависимости от сорта. Промораживание при температуре –12°С позволило выявить различия в устойчивости отдельных тканей почек. Связи между содержанием пролина и морозостойкостью инжира не прослеживается, однако более морозостойкие сорта отличаются меньшей изменчивостью этого показателя при воздействии низких температур. Этот показатель можно использовать для оценки стрессового состояния растений инжира при неблагоприятных условиях.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Гребенникова О.А., Браилко В.А.Потенциальная морозоустойчивость различных видов инжира и активность ферментов // Субтропическое и декоративное садоводство (2018) 67: 160-165. doi: 10.31360/2225-3068-2018-67-160-165

Замедленная флуоресценция хлорофилла в оценке воздействия неблагоприятных факторов среды на растения

Григорьев Ю.С., Стравинскене Е.С., Крючкова О.Е., Пахарькова Н.В.

ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", Красноярск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-136
E-mail: gr2897@gmail.com

Одним из факторов, воздействующих на растения, является загрязнение среды. В этих условиях часто повреждается фотосинтез растений. Для его оценки широко используется быстрая флуоресценция хлорофилла. Нами разработан чувствительный и быстрый показатель состояния фотосинтетического аппарата растений, основанный на измерении замедленной флуоресценции хлорофилла. Было установлено, что отношение этого свечения в миллисекундном диапазоне затухания, возбуждаемого вспышками яркого света, к интенсивности свечения при последующем возбуждении импульсами низкого светом при нарушении транспорта электронов снижается в десять и более раз. Для реализации метода разработан флуориметр Фотон 10, который позволяет в автоматическом режиме в течение нескольких минут измерять данный относительный показатель замедленной флуоресценции (ОПЗФ) у 24 образцов растений. Одновременно с ОПЗФ прибор регистрирует вариабельную часть быстрой флуоресценции этих образцов. Метод использован для оценки состояния лишайников и древесных растений в городской среде, при установлении воздействия загрязнителей воды на водоросль хлорелла и для быстрой оценки устойчивости клубней картофеля к болезням.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Пахарькова Н.В., Григорьев Ю.С. Флуоресцентная диагностика зимнего покоя хвойных в урбоэкосистемах с различным уровнем загрязнения воздушной среды //Journal of Siberian Federal University. Chemistry 4 (2009 2) 359-367

Асанова А.А., Полонский В.И., Григорьев Ю.С. Оценка токсичности техногенных наночастиц с использованием водоросли Chlorella vulgaris. // Токсикологический вестник, 2017, 4, 50-54

Возьмите на заметку:

Оперативный флуоресцентный метод и оборудование для диагностики фотосинтетического аппарата растений при стресс-воздействиях

Утечка электролитов при стрессе: анализ при помощи техники пэтч-клам

Гриусевич П.В., Новосельский И.Ю., Войтехович М.А., Толкачева Ю.В., Смолич И.И., Соколик А.И., Демидчик В.В.

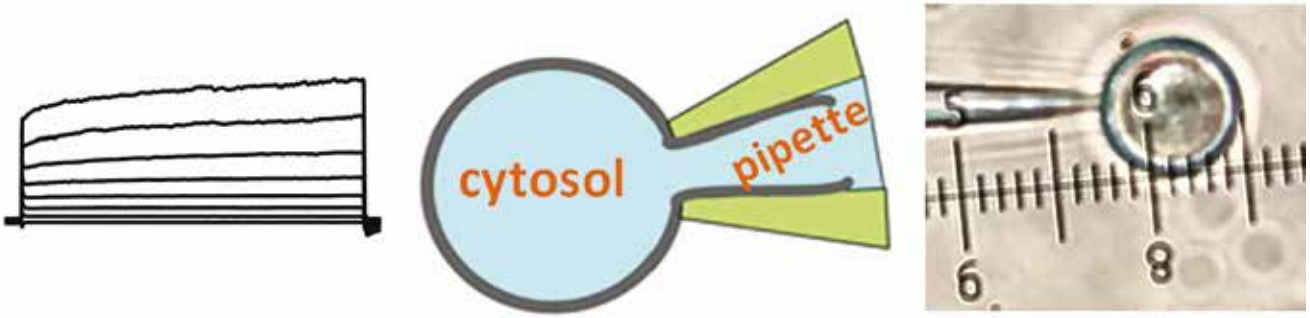
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-137
E-mail: polinachikun@gmail.com

Утечка электролитов, главным образом, ионов калия и органических анионов, является одной из первичных реакций растительной клетки на стрессовые воздействия, такие как засоление, засуха, атака патогенных организмов и др.. Механизм данного явления исследован крайне слабо, и часто его относят сугубо к неспецифическому повреждению тканей. Тем не менее в последние годы показано, что утечка электролитов ингибируется в присутствие блокаторов ионных каналов. Также она практически всегда сопровождается генерацией АФК, обладающих способностью к активации некоторых групп ионных каналов. В настоящей работе проведен детальный анализ роли доминирующих конститутивных классов ионных каналов плазматической мембраны клеток ризодермы - калиевых каналов GORK и анионных каналов ALMT в процессе утечки электролитов из корней высших растений. Показано, что активация каналов GORK в стрессовых условиях достигается в результате функционирования особого АФК-чувствительного сайта (Цис.-151) в структуре данного канала. Также продемонстрировано, что ALMT-подобные каналы способны обеспечивать массивный отток крупных анионов из клетки, который активируется параллельно с выходом ионов калия.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Straltsova D. et al. Cation channels are involved in brassinosteroid signalling in higher plants // Steroids (2014) 97: 98–106. doi: 10.1016/j.steroids.2014.10.008.

Makavitskaya M. et al. Novel roles of ascorbate in plants: induction of cytosolic Ca^{2}+ signals and efflux from cells via anion channels // Journal of experimental botany (2018) 69: 3477–3489. doi: 10.1093/jxb/ery056.



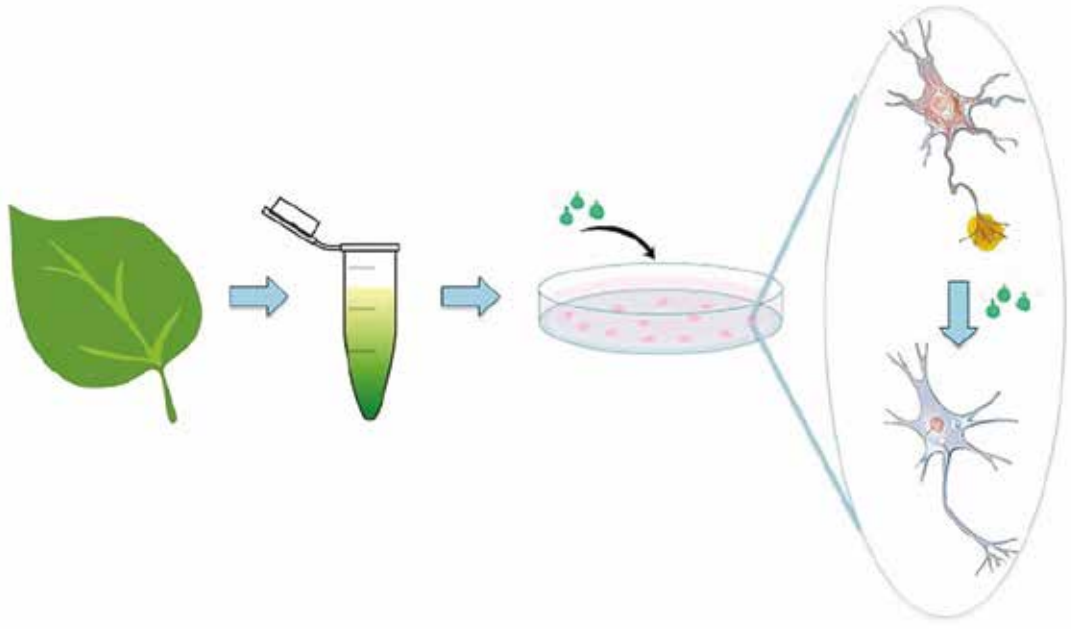
Изучение нейропротекторных и противовоспалительных эффектов природных соединений в культуре клеток

Гришина Т.В.[1], Леонова Т.С.[1], Кисель Э.В.[1], Горбач Д.П.[1], Роговская Н.Ю.[2], Романовская Е.В.[1], Бабаков В.Н.[2],Вессйоханн Л.[3], Фролов А.А.[4,3]

[1]ФГБО ВПО "Санкт-Петербургский государственный университет", Биологический факультет, кафедра Биохимии, Санкт-Петербург, Россия,
[2]ФГУП «НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Лейбниц-институт биохимии растений, Отдел биоорганической химии, Галле/Заале, Германия,
[4]ФГБО ВПО "Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-138
E-mail: t.grishina@spbu.ru

Растения являются важным источником биологически активных природных соединений. В соответстви с этим, в настоящее время ведется активный поиск перспективных источников таких прототипов лекарственных средств. Поскольку функциональные расстройства нервной системы (в том числе нейродегенеративные) и заболевания воспалительной природы (атеросклероз и сахарный диабет) широко распространены в человеческой популяции, растительные метаболиты, обладающие нейропротекторными и антивоспалительными свойствами, представляют наибольший интерес. Для эффективного скрининга растительных экстрактов и отдельных фракций на предмет этих эффектов, необходимы адекватные тестсистемы. Для этого нами разрабатываются экспериментальные модели на основе клеток нейробластомы человека SH-SY5Y. При этом моделирование болезни Паркинсона было основано на обработке клеток йодидом 1-метил-4-фенилпиридиния или избыточной экспрессии α-синуклеина, в то время как болезнь Альцгеймера моделировалась добавлением в среду β-амилоидного пептида 2535. Антивоспалительные свойства оцениваются по способности метаболитов подавлять воспалительный ответ, вызванныйбактериальным липополисахаридом.

Работа поддержана РНФ (17-16-01042)



Особенности функционирования изоцитратдегидрогеназы (НАДФ+) в листьях растений в разных условиях освещения

Гродецкая Т.А.

ФГБОУ ВО "Воронежский государственный университет", Воронеж, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-139
E-mail: tatyana.pokusina@yandex.ru

Известно, что свет выступает в качестве регулятора функционирования многих ферментов окислительного метаболизма, оказывая действие через фоторецепторные системы растений. Объектом нашего исследования являлись зеленые листья кукурузы и гороха, выращенные при 25°С в течение 10 дней и экспонированные в условиях красного (КС), дальнего красного (ДКС) и синего света (ССв). Активность цитозольной НАДФ+-изоцитратдегидрогеназы (ИДГ, КФ 1.1.1.42) была определена спектрофотометрически при 340 нм. Относительный уровень транскриптов гена *cyt-icdh* определяли в ходе ПЦР-анализа с применением ΔΔCtметода. Было выявлено увеличение активности цитозольной НАДФ+-ИДГ и экспрессии гена cyt-icdh из листьев кукурузы и гороха после воздействия КС (660 нм), что указывает на участие фитохромной системы в регуляции функционирования исследуемого фермента. Облучение растений ССв (420 нм) не влияло на изменение активности исследуемого фермента и экспрессии гена *cyt-icdh,* что может свидетельствовать о пассивности криптохромной системы в регуляции функционирования НАДФ+-ИДГ.

Морозостойкость представителей семейства Oleaceae в условиях Южного берега Крыма (ЮБК)

Губанова Т.Б., Палий А.Е., Палий И.Н.

ФГБУН "Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН", Ялта, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-140
E-mail: gubanova_65@list.ru

Реализация морозо- и зимостойкости представителей семейства Oleaceae на ЮБК имеет ряд особенностей: интенсивность и распространение морозных повреждений, сроки достижения максимальной устойчивости. Относительно высокой зимостойкостью характеризуются O. *europaea* 'Никитская', *L. lucidum, J. nudiflorum*. Для представителей *O. europaea* и *Jasminum* показано, что наличие условий необходимых для прохождения первой стадии (+2°C…0°C) закаливания способствуют повышению морозостойкости, а действие температуры, соответствующей второй стадии закаливания (−2…-4 °C) сказывается отрицательно. У видов видов рода Ligustrum наличие условий для первой и второй стадий закаливания способствуют увеличению морозостойкости. Установлено, что у сортов *O. europaea* высокий уровень реального водного дефицита в зимний период снижает морозостойкость. Выявлена четкая связь морозостойкости изученных генотипов *O. europaea*, с изменением активности окислительно-восстановительных ферментов и содержанием пролина. Воздействие отрицательных температур приводит к повышению содержания фенольных соединений и флавоноидов у слабоморозостойких сортов маслины, а у морозостойкого сорта концентрация данных веществ изменяется незначительно. Показана связь низкотемпературной устойчивости генотипов маслины от уровня накопления лютеолин-7-О-гликозида и рутина.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Губанова Т.Б., Браилко В.А., Мязина Л.Ф. Зимостойкость некоторых видов семейства Oleaceae в коллекции Никитского ботанического сада // Hortus Botanicus, T.13, 2018. DOI: 10.15393/j4.art.2018.5784

Палий А.Е., Палий И.Н. Старцева О.В. содержания фенольных соединений в листьях сортов Olea europaea L. с различной степенью морозостойкости //Ученые записки КФУ им В.И. Вернадского. Сер. Биология. 2018. Т. 4. N 3. С. 140-143.

Структурные особенности листьев растений западного побережья Белого моря

Гуляева Е. Н.[1], Марковская Е. Ф.[2]

[1]ФГБУН "Отдел комплексных научных исследований Карельского научного центра РАН", Петрозаводск, Россия,
[2]ФГБО ВО "Петрозаводский государственный университет", Петрозаводск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-141
E-mail: gln7408@gmail.com

На морских побережьях складываются особые экологические условия, обусловленные приливно-отливной динамикой. В таких условиях у растений сформировались различные адаптивные механизмы, обеспечивающие их активную жизнедеятельность и адаптации к различным факторам среды, изменяющих в цикле приливно-отливной динамики. Адаптивное значение структуры листа растений хорошо известно, однако точные структурные критерии для индикации экологических свойств вида до сих пор отсутствуют. На западном побережье Белого моря нами были изучены структурные особенности листьев 49 видов, относящихся к различным экологическим группам по факторам засоление и увлажнение. Установлена связь между количественными показателями структуры эпидермы и мезофилла листа с экологическими свойствами вида. Сделан вывод об адаптивном характере этих показателей и их роли в распределении растений по трансекте прибрежной территории: супралитораль-литораль.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Гуляева Е.Н., Морозова К.В. и др. Морфолого-анатомическая характеристика листьев доминантных видов на побережье Баренцева моря // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2016, №2 (155), С.13-19.

Марковская Е.Ф., Кособрюхов А.А., Морозова К.В., Гуляева Е.Н. Фотосинтез и анатомо-морфологическая характеристика листьев астры солончаковой на побережье Белого моря /Физиология растений. 2015, Том 62, № 6, 847-853

Использование рекомбинантных vir-белков *Agrobacterium tumefaciens* при индукции волосовидных корней табака

Гумерова Г.Р., Чемерис А.В., Кулуев Б.Р.

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-142

E-mail: gulnar.yas@mail.ru

Агробактериальная трансформация является одним из эффективных методов генетической трансформации растений, основанная на естественном переносе фрагмента pTi/Ri- плазмиды (Т-ДНК) в растительный геном, который приводит к образованию либо корончатых галлов в первом случае, либо волосовидных корней во втором. При создании растений с хозяйственно-ценными признаками наибольшее распространение получило использование *Agrobacterium tumefaciens*, ввиду более высокой эффективности и более широкому кругу хозяев по сравнению с *Agrobacterium rhizogenes*. Однако волосовидные корни, индуцированные в результате трансформации последней, представляют не меньший интерес, особенно в области медицинской и пищевой биотехнологии. Недостатком существующих методик является их ограниченность по отношению к однодольным и к некоторым двудольным растениям. Одним из решений проблемы может стать биобаллистическая трансформация эксплантов растений ампликоном, содержащим rolгены, фланкированные Т-границами *A. tumefaciens* с добавлением рекомбинантных vir-белков для специфического узнавания и повышения эффективности трансформации. Данный подход генетической трансформации тестируется нами на примере табака.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Гумерова Г.Р., Чемерис А.В., Никоноров Ю.М., Кулуев Б.Р . Морфологический и молекулярный анализ изолированных культур адвентивных корней табака, полученных методами биобаллистической бомбардировки и агробактериальной трансформации // Физиология растений (2018), 65(5): 376–387.

Gumerova (Yasybaeva) G., Vershinina Z., Kuluev B., Mikhaylova E., Baymiev A., Chemeris A. Biolistic-mediated plasmid-free transformation for induction of hairy roots in tobacco plants // Plant Root (2017), 11: 33–39.

Возьмите на заметку:

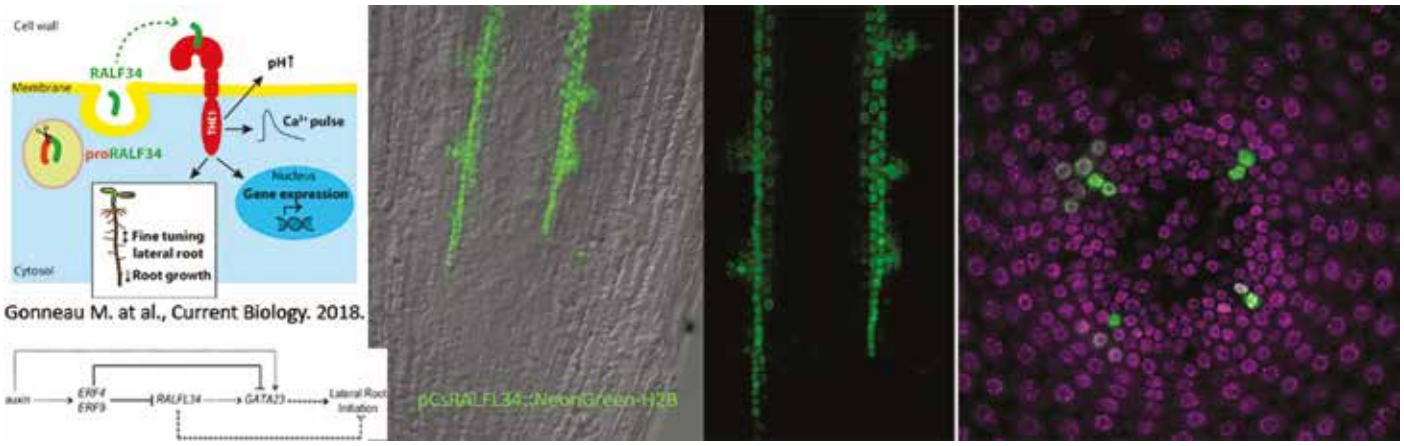
Решением проблемы существующих методик индукции волосовидных корней может стать биобаллистическая трансформация эксплантов растений ампликоном, содержащим rol-гены, фланкированные Т-границами *A. tumefaciens* с добавлением рекомбинантных vir-белков.

Роль малых сигнальных пептидов класса RALFL34 в ветвлении корневой системы огурца (*Cucumis sativus*)

Гусева Е.Д., Ильина Е.Л., Кирюшкин А.С., Демченко К.Н.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-143
E-mail: lguseva@binran.ru

Регуляция образования бокового корня очень важна для растений, так как позволяет компенсировать неравномерности почвенной среды. Известно множество участников различной природы, вовлеченных в процесс образования боковых корней на разных стадиях. Малый сигнальный пептид RALFL34 (Rapid Alkalization Factor 34) участвует в системном контроле этого процесса. Проведён поиск ортолога гена *AtRALFL34* у огурца (*Cucumis sativus*), у которого инициация бокового корня происходит в пределах апикальной меристемы родительского корня. С помощью лазерной сканирующей конфокальной микроскопии локализован тканевой паттерн экспрессии гена, а также распределение его белка в меристеме корня у огурца. Экспрессия *RALFL34* детектирована в протоксилеме и перицикле в клетках-предшественницах бокового корня. Проведена оценка влияния этилена на изменение экспрессии *RALFL34* у огурца. Обсуждается роль *RALFL34* как участника системного регулятора каскада, приводящего к образованию бокового корня в меристеме родительского у Тыквенных.



Эколого-физиологический подход при моделировании границ вторичного ареала борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.)

Далькэ И.В., Чадин И.Ф., Захожий И.Г., Малышев Р.В., Маслова С.П.

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-144
E-mail: dalke@ib.komisc.ru

Растения *H. sosnowsky* широко распространены на антропогенно трансформированных участках в таежной зоне европейской части России. Успех инвазии обусловлен значительной семенной продуктивностью и способностью вида формировать моновидовые заросли с высоким листовым индексом 6-7. В структуре ценоза растения высоко дифференцированы по удельной поверхностной плотности листьев (0.2-0.8 г/дм), содержанию хлорофиллов (4-7 мг/г сух массы), максимальной скорости фотосинтеза (13-56 мг CO_2/г сух массы ч), эффективности использования ресурсов (свет, вода, азот). Высокое содержание сахаров и оводненность надземной массы обеспечивают интенсивную минерализацию неотчужденных растительных остатков в почве и рост следующих поколений. Метаболическая активность проростков и почек возобновления *H. sosnowskyi* соответствует температурному режиму почвы и воздуха, что обеспечивает растениям адаптацию к низкой температуре в зимний период. На основе эколого-физиологических свойств *H. sosnowskyi*, корреляционных связей между местами произрастания и географически привязанными климатическими переменными предложена модель распространения вида, определена теоретическая граница северной части его вторичного ареала.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Dalke I.V. et al. Traits of Heracleum sosnowskyi plants in monostand on invaded area // PLoS ONE (2015) 10(11): e0142833. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142833

Chadin I. et al. Distribution of the invasive plant species Heracleum sosnowskyi Manden. in the Komi Republic (Russia) // PhytoKeys (2017) 77: 71-80. https://doi.org/10.3897/phytokeys.77.11186

Прайминг мелатонином растений *Solanum tuberosum* L. в условиях хлоридного засоления

Данилова Е.Д., Коломейчук Л.В., Ефимова М.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-145
E-mail: nusy.l.d@gmail.com

Картофель, как и большинство сельскохозяйственных культур, относится к гликофитам, продуктивность которых во многом определяется степенью засоления почвы. Существующие в настоящее время агрономические и инженерные способы минимизации засоления почв не способны решить эту проблему в глобальном масштабе. Действенным способом повышения стрессоустойчивости растений является применение фитогормонов. Существуют три варианта гормонального воздействия – до начала действия стрессора (предадаптация, прайминг), одновременно с началом действия стрессора (период стресса) или после действия стрессора (этап восстановления). В нашем исследовании впервые было показано, что 24 часовая предобработка мелатонином растений картофеля с. Луговской повышала их устойчивость к последующему солевому стрессу. Протекторный эффект мелатонина, в зависимости от действующей концентрации, проявлялся в регуляции ионного гомеостаза, функционирования неферментативных антиоксидантных систем и величины осмотического потенциала. Исследования выполнены при поддержке РФФИ.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Данилова Е.Д., Медведева Ю.В., Ефимова М.В. Влияние хлоридного засоления на ростовые и физиологические процессы растений Solanum tuberosum L. среднеспелых сортов // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2018. № 44. С. 158-171.

Возьмите на заметку:

Прайминг мелатонином повышает солеустойчивость растений картофеля.

Регуляция старения листьев цитокининами: от рецепции к молекулярногенетическим мишеням

Данилова М.Н.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-146
E-mail: mariadanilova86@yandex.ru

Участие индивидуальных рецепторов цитокининов – сенсорных гистидинкиназ (CRE1/AHK4, AHK3, AHK2) в контроле различных физиологических процессов довольно хорошо изучено на *A. thaliana,* однако поиск АНК-специфичных реакций не прекращается до сих пор. Наше внимание привлекло различающееся естественное старение нокаут-мутантов растений *Arabidopsis* по генам рецепторов цитокинина. Мы связываем замедленный, по сравнению с диким типом, переход к репродуктивной фазе нокаут-мутантов по генам рецепторов цитокинина и замедленное старение их листьев с инактивацией гена *AHK2*. Повышенное содержание хлорофилла, пролина, а также транскриптов генов фотосинтеза и биосинтеза пролина в листьях, наиболее чувствительных к естественному старению, также свидетельствует в пользу замедленного старения нокаут-мутантов *ahk2, ahk2ahk3 и ahk2ahk4* по сравнению с диким типом, и, в особенности, с мутантами *ahk3* и *ahk3ahk4*. Рецептор АНК2, в отличии от АНК3, вероятно, выступает в качестве позитивного регулятора естественного старения растений. Работа направлена на выявление молекулярных механизмов участия АНК2 в старении растений.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 18-7400135).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Danilova MN, Kudryakova NV, Doroshenko AS, Zabrodin DA, Rakhmankulova ZF, Oelmüller R, Kusnetsov VV. Opposite roles of the Arabidopsis cytokinin receptors AHK2 and AHK3 in the expression of plastid genes and genes for the plastid transcriptional machinery during senescence. Plant Mol Biol. 2017. 93(4-5): 533-546. doi: 10.1007/s11103-016-0580-6

Культуры клеток высших растений - перспективная платформа получения рекомбинантных белков медицинского назначения

Дейнеко Е.В.[1], Загорская А.А.[1], Маренкова Т.В.[1], Пермякова Н.В.[1], Сидорчук Ю.В.[1], Белавин П.А.[1], Уварова Е.А.[1], Розов С.М.[1], Фоменков А.А.[1,2], Титова М.В.[2], Носов А.В.[1,2]

[1]ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН", Новосибирск, Россия,
[2]Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-147
E-mail: deineko@bionet.nsc.ru

Увеличение биосинтеза рекомбинантных белков в растительных клетках - актуальная проблема современной биотехнологии. Предложен принципиально новый подход – направленное встраивание целевых генов в районы генов «домашнего хозяйства». Для адресной доставки целевых генов в район, предваряющий кодирующий участок гена гистона *H3.3*, создана серия векторов с генами *gfp* и *dIFN*, кодирующими зеленый флюоресцирующий белок и модифицированный гамма-интерферон (дельтаферон) человека. Применены два способа доставки целевых генов в варианте геномного редактирования knock-in на основе механизмов гомологичной и негомологичной рекомбинации. В качестве платформы для биосинтеза рекомбинантных белков послужил штамм NFC-0 быстрорастущей культуры клеток *A.thaliana* (Всероссийская коллекция растительных клеток и органов высших растений, ИФР РАН). Отобраны моноклональные клеточные линии с адресными инсерциями целевых генов, которые были охарактеризованы по накоплению рекомбинантного целевого белка. Наиболее продуктивные линии культивировали в барботажных биореакторах с целью оптимизации ростовых процессов, а также биосинтеза и выделения целевого продукта.

Работа поддержана грантом РНФ 17-14-01099

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Розов С.М., Дейнеко Е.В. Стратегии оптимизации синтеза рекомбинантных белов в растительных клетках: классические подходы и новые направления // Молекулярная биология (2019) 53:179-199. doi:10.1134/S0026898419020149

Zagorskaya A. A. and Deineko E. V. Suspension-Cultured Plant Cells as a Platform for Obtaining Recombinant Proteins // Russian Journal of Plant Physiology (2017) 64:795–807. doi:10.1134/S102144371705017X

Возьмите на заметку:

1. Районы генов «домашнего хозяйства» являются привлекательными сайтами для интеграции целевых генов

2. CRISPR/Cas9 (knock-in) успешно использована для встраивания целевых генов в заданные районы активного хроматина

Детерминанты трансляционной активности у растений на примере *Arabidopsis thaliana*

Дейнеко И.В.[1], Мустафаев О.Н.[2], Кабардаева К.В.[1], Тюрин А.А.[1], Голденкова-Павлова И.В.[1]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия,
[2]Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-148
E-mail: igor.deyneko@inbox.ru

Трансляция занимает важное место в процессе регуляции экспрессии генов. Однако, механизмы управления эффективностью трансляции еще недостаточно изучены. Для их изучения из *Arabidopsis thaliana* была выделена тотальная мРНК и градиентно разделена на полисомную и моносомную фракции. Методом Ribo-Seq были получены данные об уровнях загрузки транскриптов рибосомами. Анализ результатов выявил группы генов с высоким, средним и низким уровнем транскрипции и одновременно высокой либо низкой загрузкой рибосомами, как показателя их трансляционной эффективности. Проведена классификация этих генов по функционалу их белковых продуктов и выполняемым клеточным функциям. Последующий анализ 5`UTR районов мРНК позволил выявить особенности нуклеотидного состава, отвечающие за эффективное связывание рибосом и инициацию трансляции. В группе транскриптов с низкой загрузкой рибосомами, так же выявлены РНК-мотивы, вероятно, препятствующие эффективной трансляции. При этом, выявленные мотивы различаются в группах генов с высокой и низкой траснкрипционной активностью. Полученные результаты позволили определить потенциальные регуляторные контексты, важные для эффективной трансляции мРНК у растений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

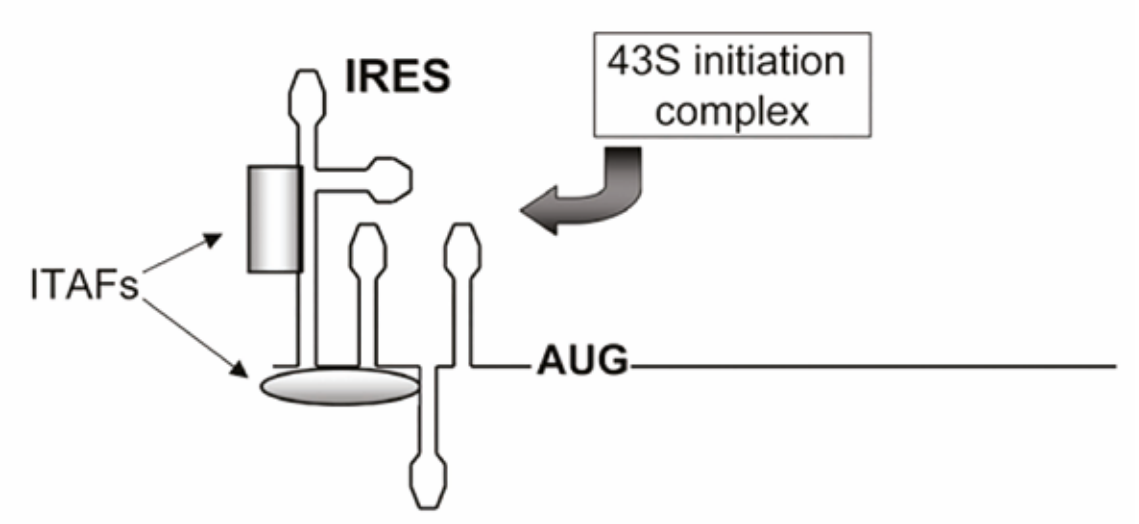
I.V. Goldenkova-Pavlova, O.S. Pavlenko, O.N. Mustafaev, I.V. Deyneko et al. Computational and Experimental Tools to Monitor the Changes in Translation Efficiency of Plant mRNAs on a Genome-wide Scale: Advantages, Limitations, and Solutions. Int. J. Mol. Sci. 2019, 20(1), 33, https://doi.org/10.3390/ijms20010033

Deyneko IV, Kasnitz N, Leschner S, Weiss S. Composing a Tumor Specific Bacterial Promoter. PLoS One. 2016, 11, doi:10.1371/journal.pone.0155338.

Возьмите на заметку:

1.Области 5`-районов мРНК могут образовывать вторичные структуры, усиливающие инициацию трансляции (IRES элементы).

2. РНК мотивы в 5` районах могут как усиливать, так и подавлять трансляцию (ITAF).



Потеря калия и органических анионов из клеток высших растений при стрессе: молекулярный механизм и возможные функции

Демидчик В.В.

Белорусский Государственный Университет, Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-149
E-mail: dzemidchyk@bsu.by

Потеря калия и органических анионов (утечка электролитов) наблюдаются при практически любом стрессовом воздействии у высших растений. Хотя данное явление исторически было описано ранее, чем другие ранние стрессовые реакции, такие как повышение уровня Ca^{2}+ в цитоплазме или генерация АФК, тем не менее, исследовано оно до сих пор значительно слабее. В работе обобщаются результаты многолетних исследований, а также свежие результаты по этой проблеме. С использованием методов меченных атомов, подходов реверсивной генетики и техники замены функциональных аминокислот, электрофизиологического анализа, эпифлуоресцентной и лазерной конфокальной микроскопии, а также других приемов, выявлен комплекс реакций, ответственных за индукцию выхода из клеток корня *Arabidopsis thaliana* ионов калия и органических анионов. Показано, что данное явление запускается процессами деполяризации мембраны и синтеза в примембранном пространстве АФК, что приводит к активации потенциал- и редокс-зависимых катионных и анионных каналов семейств Shaker и ALMT, обладающих уникальными редокс-регулируемыми сенсорными участками.

Благодарность за поддерджку: Российский научный фонд (№15-14-30008).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

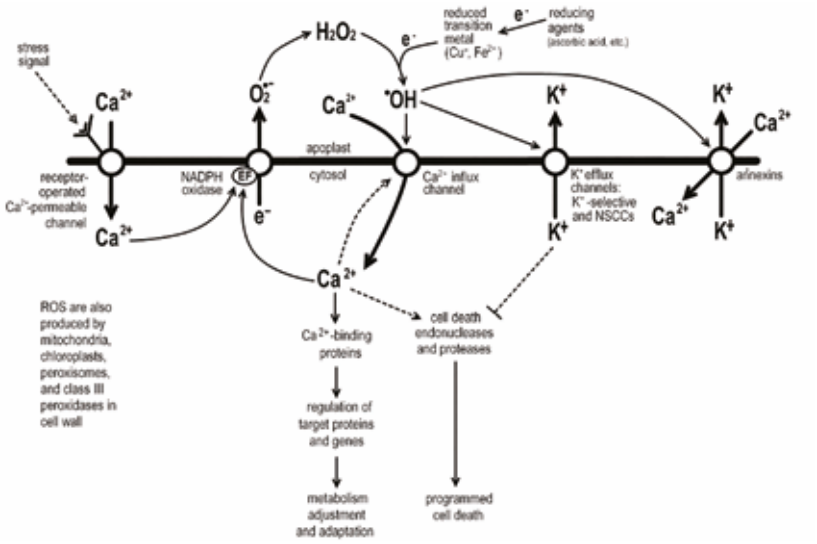
Demidchik V. et al. (2018) Calcium transport across plant membranes: a mechanistic basis and roles in the plant physiology. New Phytol 220: 49-69.

Demidchik V. (2018) ROS-activated ion channels in plants: biophysical characteristics, physiological functions and molecular nature. Int J Mol Sci 19: 1263.

Makavitskaya M. et al. (2018) Novel roles of ascorbate in plants: induction of cytosolic Ca^{2}+ signals and efflux from cells via anion channels. J Exp Bot 69: 3477-3489.

Возьмите на заметку:

Утечка калия и других электролитов из клеток растений при стрессе опосредуется редокс-зависимыми ионными каналами. Анионные каналы плазматической мембраны клеток корня обладают значительной проницаемостью к аскорбату и другим органическим анионам.



Перспективы применения инновационных элементоорганических атранопротатрановых композиций для повышения всхожести семян и стрессустойчивости культурных растений

Дерябин А.Н.[1], Суворова Т.А.[1], Деревщюков С.Н.[2], Сычева С.В.[2], Жарикова С.А.[3], Дорофеев Д.А.[4]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия,
[2]Воронежская овощная опытная станция - филиал ФГБНУ "Федеральный научный центр овощеводства", п. НИИОХ, Воронежская обл., Россия,
[3]ГНЦ РФ АО "Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений", Москва, Россия,
[4]ООО "Флора-Си", Балашиха, Московская обл., Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-150
E-mail: anderyabin@mail.ru

Разработка отечественных полифункциональных композиций, сочетающих антистрессовую активность со способностью повышать урожайность сельскохозяйственных культур, актуальна и имеет важное практическое значение. Сотрудниками ГНЦ РФ АО "ГНИИХТЭОС" и ООО "Флора-Си" создана инновационная композиция "Лостор", включающая биологически активные атрано-протатрановые структуры биогенных элементов. Нами изучено влияние предпосевной обработки семян томата (*Solanum lycopersicum* L., сорта Яхонт и Кулон) препаратом "Лостор" на всхожесть и ростовые процессы. Исследования проведены в лабораторных условиях, согласно ГОСТ № 12038-84, при сравнении со стандартными регуляторами роста (2,4-эпибрассинолид и янтарная кислота). На основании ряда полученных биометрических характеристик и физиолого-биохимических показателей проведен скрининг концентраций композиции "Лостор". Определена концентрация препарата, обеспечивающая повышение всхожести семян, морфометрических показателей проростков и их устойчивости к пониженной температуре, что позволит обеспечить прогнозируемую эффективность при проведении полевых испытаний.

Потенциал растительно-микробного взаимодействия с использованием цианобактериальных консорциумов

Дидович С.В.[1], Темралеева А.Д.[2]

[1]ФГБУН "Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма", Симферополь, Россия,
[2]ФГБУН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-151

E-mail: sv-alex.68@mail.ru

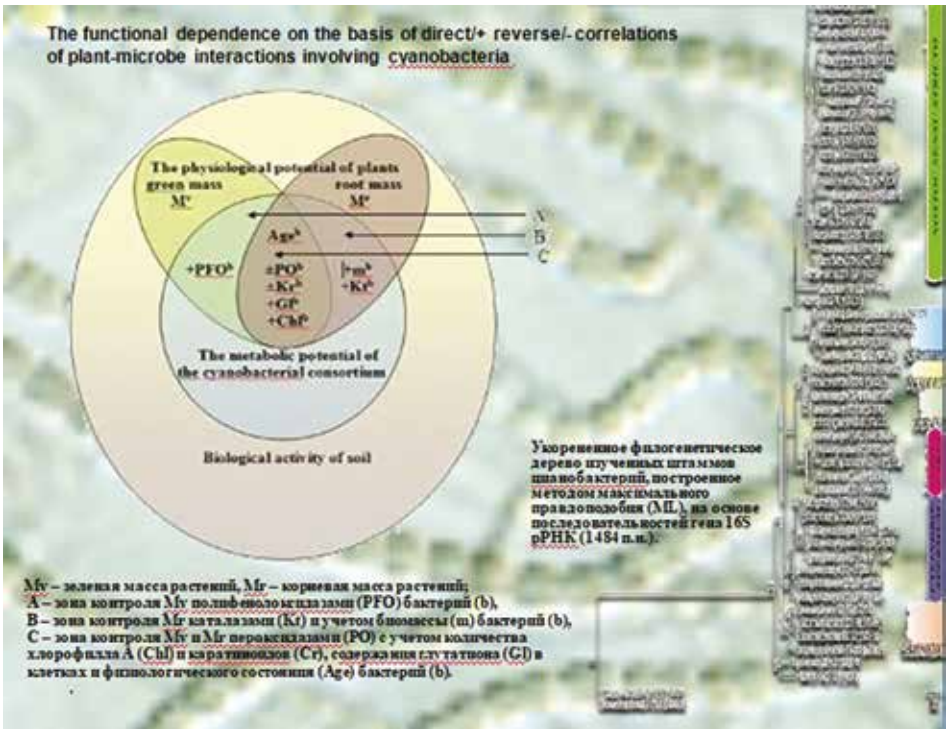
В настоящее время все больше исследований посвящено изучению механизмов растительно-микробного взаимодействия для выявления степени влияния различных процессов и факторов на формирование, функционирование, продуктивность и реализацию потенциала агроценозов. На основе аналитического моделирования созданы растительно-микробные системы с высоким функциональным интерфейсом физиологического потенциала цианобактерий и растений. Рекомендованы для биотехнологии микробных препаратов удобрительного действия штаммы *Desmonostoc muscorum* 091 и 149, *Nostoc* sp. 57, гербицидного действия *Nostoc calcicola* 082. Показана перспективность использования штаммов *Nostoc sphaeroides* 150, *Nostoc linckia* 271 и *Nostoc calcicola* 082 для ингибирования *Ambrosia artemisiifolia* L. Впервые проведен анализ новых перспективных штаммов почвенных цианобактерий для целей агробиотехнологии и сельского хозяйства, их морфологическая и молекулярно-генетическая идентификация. На сайте Альгологической коллекции ACSSI (http://acssi.org/) размещена информация о данных штаммах.

Исследования проведены в рамках Госзадания РАН №0834-2015-0001 и грантов РФФИ №15-29-01272 и 18016-00184.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Дидович С.В. с соавт. Метаболический потенциал цианобактерий в растительно микробном взаимодействии //Таврический вестник аграрной науки (2017) https://elibrary.ru/item.asp?id=30767843

Temraleeva A.D. et al. Modern methods for isolation, purification, and cultivation of soil cyanobacteria // Microbiology (2016) DOI 10.1134/S0026261716040159



Взаимосвязь регуляции цветения и стабильности фотосинтетического аппарата у *Arabidopsis thaliana* и *Hordeum vulgare*: роль фоторецепторов

Дмитриева В.А., Тютерева Е.В., Войцеховская О.В.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-152
E-mail: VDmitrieva@binran.ru

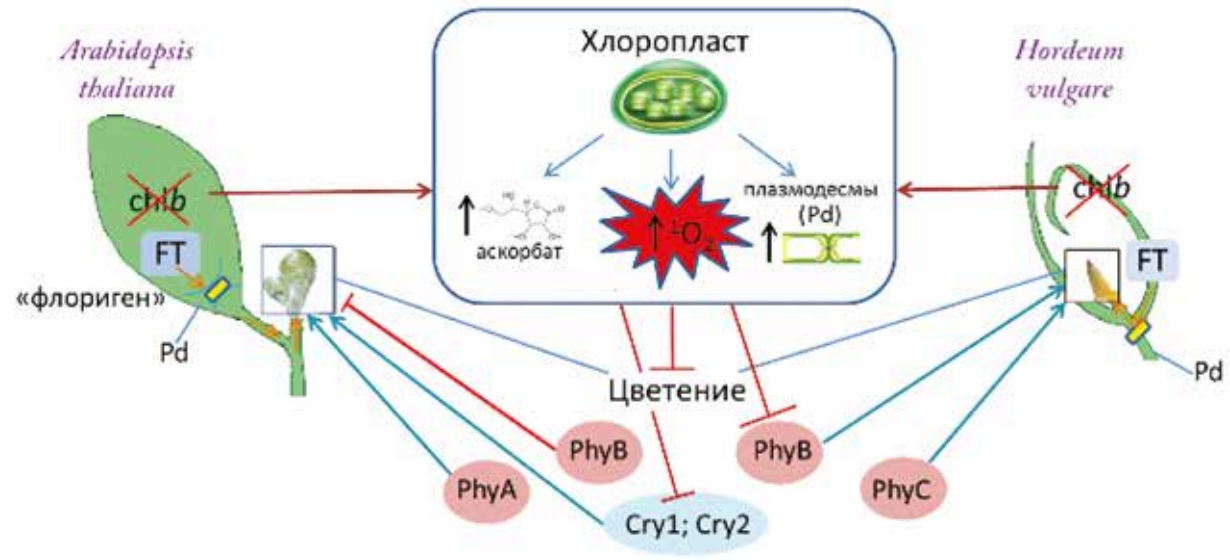
Время перехода к цветению – важнейшая характеристика сельскохозяйственных культур. Изучение вопроса, каким образом растение определяет момент цветения, является важной задачей. В регуляции цветения ключевую роль играют фоторецепторы: фитохромы и криптохромы. Известно, что задержка цветения имеет место у мутантов *chlorina Arabidopsis thaliana* и *Hordeum vulgare*. Эти мутанты лишены хлорофилла b вследствие мутации в гене, кодирующем хлорофиллид-а-оксигеназу. Точные механизмы влияния отсутствия хлорофилла b на время цветения остаются неизвестными, хотя ранее была выдвинута гипотеза об участии снижения доли восстановленного глутатиона в листьях мутантов *chlorina ch1-3 A. thaliana*. Нами было показано, что в регуляцию времени цветения у мутантов ячменя и арабидопсиса могут быть вовлечены обе группы фоторецепторов – фитохромы и криптохромы. В докладе будут обсуждаться результаты, демонстрирующие механизмы взаимосвязи фитохромной регуляции цветения посредством фоторецепторов, редокс-статуса клеток листьев и изменённых сигналов от пластид, связанных с отсутствием хлорофилла b. Исследования поддержаны РФФИ №18-34-00821.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Dmitrieva V.A. et al. Chlorophyllide-a-Oxygenase (CAO) deficiency affects the levels of singlet oxygen and formation of plasmodesmata in leaves and shoot apical meristems of barley // Plant Signaling & Behavior (2017) 12:4. doi:10.1080/15592324.2017.1300732

Возьмите на заметку:

Отсутствие хлорофилла b приводит к существенной задержке цветения. Мы показали, что у ячменя и арабидопсиса сигналы от пластид, связанные с отсутствием хлорофилла b, влияют на время цветения опосредованно, через фоторецепторы и редокс-статус клетки.



Роль DELLA-белков в контроле развития бобово-ризобиального симбиоза

Долгих А.В., Долгих Е.А.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-153
E-mail: sqshadol@gmail.com

При формировании симбиоза у бобовых растений процессы развития инфекции в эпидермисе и закладки клубеньков в коре корня тесно связаны, но требуют различного фитогормонального окружения. Данные об участии DELLA белков не только в гиббереллиновом, но и в цитокининовом сигналинге делают их кандидатами на роль интеграторов фитогормональных взаимодействий в процессе развития симбиоза. Взаимодействие DELLA1 с транскрипционным фактором IPD3, повидимому, является ключевым событием в процессе закладки клубеньков у гороха. Изучение взаимодействия DELLA1 с белками IPD3, имеющими нарушения, характерные для двух мутантов по гену *ipd3*, в дрожжевой дигибридной системе показало отсутствие связывания. При изучении мутантов по генам *DELLA1* и *IPD3* было выявлено несколько корреляций. У обоих мутантов значительно уменьшается количество закладываемых клубеньков, а на уровне экспрессии генов наблюдается значительное снижение экспрессии *KNOX3, KNOX9, BELL1, GA20ox* и *LOG1*. При этом у мутантов *della1* редкие клубеньки являются функционально активными, в то время как у мутанта *ipd3* клубеньки остаются неинфицированными. Возможные механизмы влияния DELLA1 и IPD3 на развитие симбиоза у гороха обсуждаются.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

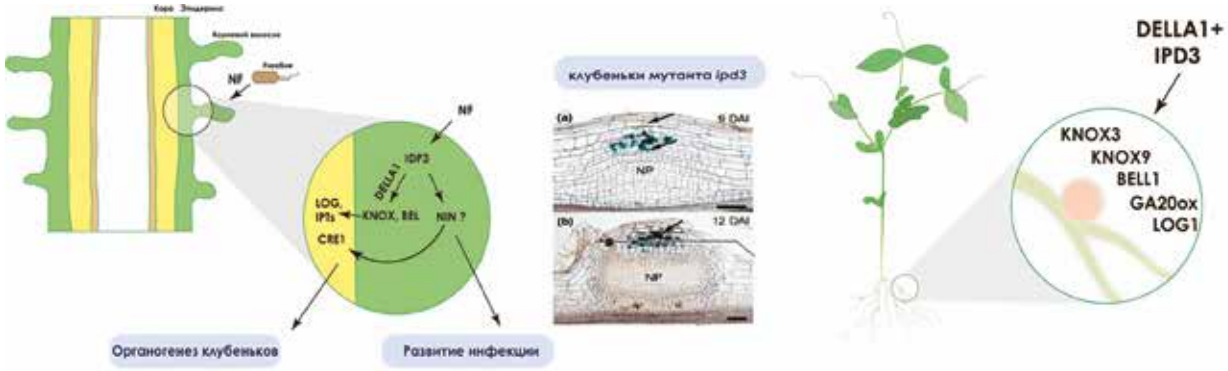
Долгих А.В., Долгих Е.А. Роль универсальных регуляторов роста и развития растений DELLA-белков в контроле симбиозов. // Экологическая генетика (2019) Т.17, №1

Dolgikh, E.A. et al. Identification of Pisum sativum L. cytokinin and auxin metabolic and signaling genes, and an analysis of their role in symbiotic nodule development // Int. J. Plant Phys. Biochem., 2017, V.9, N 3. P. 22-35. doi: 10.5897/IJPPB2017.0266

Возьмите на заметку:

DELLA белки являются связующим звеном между гиббереллиновым и цитокининовым сигналингом при клубенькообразовании.

ТФ IPD3 контролирует развитие инфекции и закладку клубенька, при этом взаимодействие с DELLA1 важно именно для органогенеза.



Регуляция плазмодесм: свет и редокс-гомеостаз

Домашкина В.В.[1,2], Дмитриева В.А.[1], Иванова А.Н.[1], Евкайкина А.И.[1], ТютереваЕ.В.[1], Войцеховская О.В.[1]

[1]ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия,
[2]Санкт-Петербургский госуниверситет, кафедра Ботаники,Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-154
E-mail: domvalya@gmail.com

Плазмодесмы играют важную роль в жизни растений. Они обеспечивают межклеточный симпластный транспорт низкомолекулярных веществ и регуляторных макромолекул - белков и РНК. Исследования последних лет показывают, что пропускная способность плазмодесм подвержена тонкой регуляции, в том числе кальциевым сигналингом, а также изменением редокс-статуса клеток, в котором важная роль принадлежит тиоредоксинам. В данной работе впервые изучена взаимосвязь функциональной активности плазмодесм с фитохромной и криптохромной регуляцией, а также сигналами от пластид. Исследовали растения *Arabidopsis thaliana*, дефектные по фоторецепторам (*phyA, phyB, cry1, cry2*), лишенные хлорофилла *b* мутанты-нокауты *ch 1-3* по гену хлорофиллид-а-оксигеназы, и сверхнакопители хлорофилла *b* (*ch 1-3*, трансформированные геном цианобактериальной хлорофиллид-а-оксигеназы *phCAO*), *gat-1* по гену *TRX-m*, и *ntrc* по гену NADP-зависимой тиоредоксин-редуктазы с. Применяли метод DANS (Drop-ANd-See) и электронную микроскопию. В докладе будет обсуждаться, как передача сигналов с хлоропластов и с фоторецепторов на плазмодесмы может участвовать в регуляции симпластного транспорта.

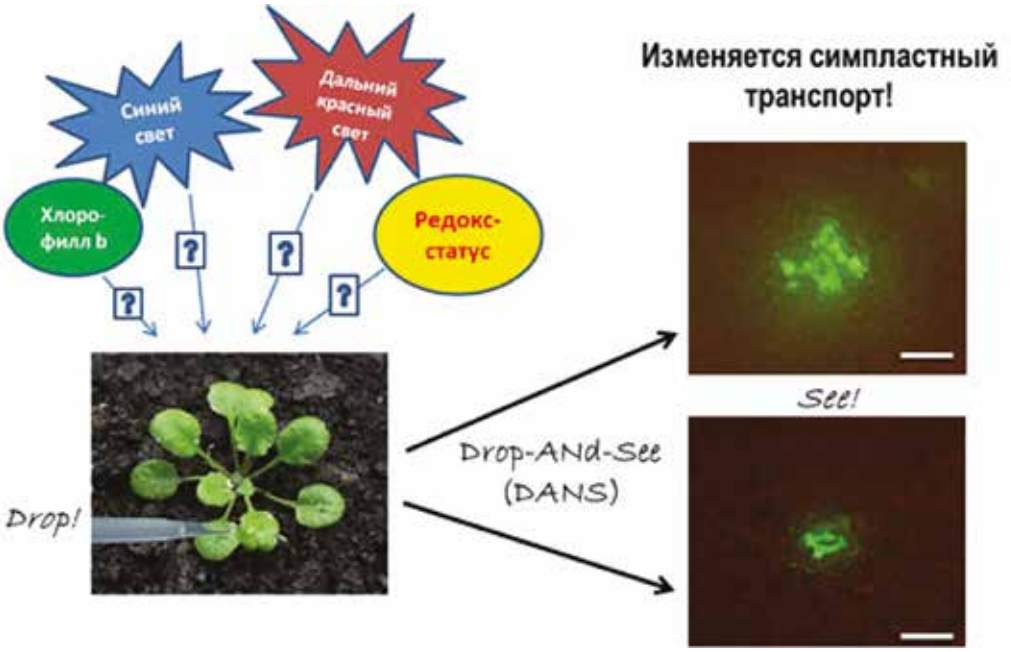
Исследование поддержано РФФИ №18-34-00821.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Dmitrieva V. A. et al. Chlorophyllide-a-Oxygenase (CAO) deficiency affects the levels of singlet oxygen and formation of plasmodesmata in leaves and shoot apical meristems of barley // Plant Signaling & Behavior (2017) 12: 4, e1300732 doi: 10.1080/15592324.2017.1300732.

Возьмите на заметку:

Впервые показано, что сигналы, поступающие от фоторецепторов растений, могут регулировать пропускную способность плазмодесм, и изучено их взаимодействие с редокс-статусом клеток.



Криптохромы и транс-фактор HY5 регулируют биосинтез хлорофилла в ходе цитокинин-зависимого зеленения *A. thaliana*

Дорошенко А.С., Данилова М.Н.

Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия

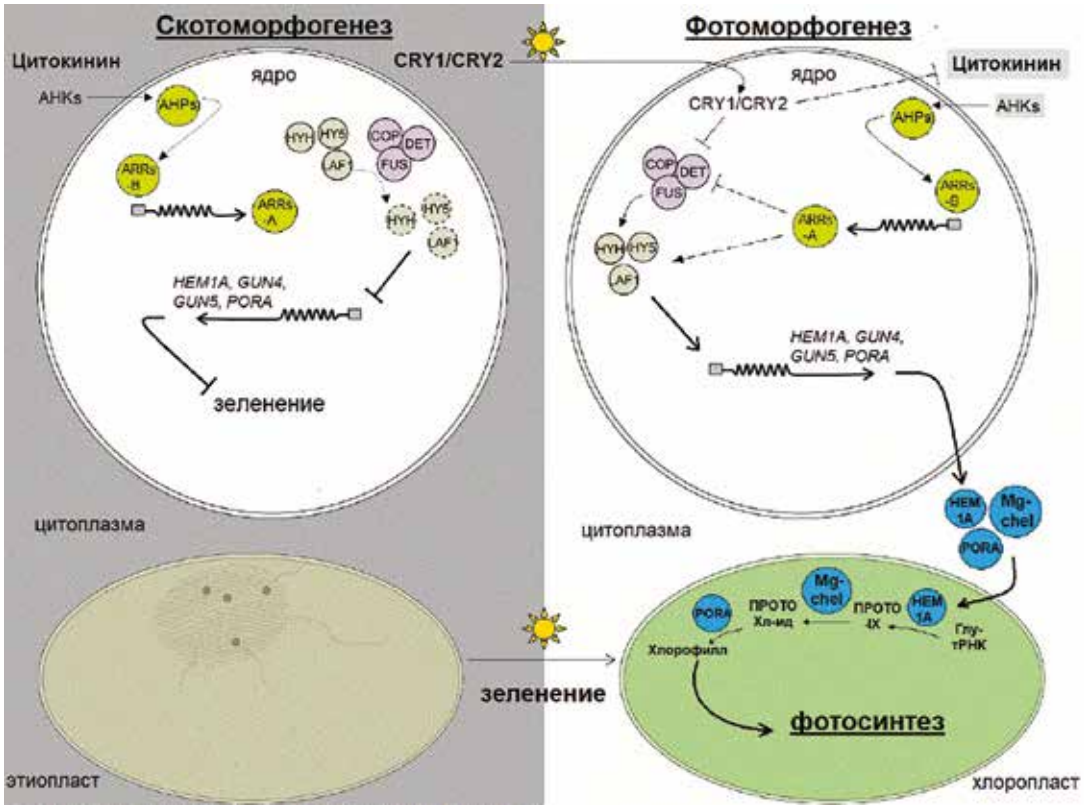
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-155

E-mail: anastasiya04101993@gmail.com

Внешним проявлением деэтиоляции является зеленение семядолей проростка, которое отражает превращение этиопласта в зеленый хлоропласт и активацию его фотосинтетической функции. Определяющим экзогенным регулятором этого процесса является свет. Светозависимое накопление хлорофиллов (Хл) контролируется функционированием большого набора белков сигнальной сети, среди которых главными сенсорами синего света являются криптохромы. Фитогормон цитокинин (ЦК) представляет собой позитивный фактор эндогенного контроля зеленения. Механизм реализации позитивного действия ЦК на зеленение до настоящего времени не расшифрован. С помощью нокаут-мутантов по генам сигналинга синего света мы показали, что инактивация белков CRY1, CRY2 и HY5 приводила к замедленному накоплению Хл *a* и снижению мРНК генов биосинтеза Хл по сравнению с диким типом в ходе деэтиоляции. Анализ мутанта показал, что *транс*-фактор HY5 необходим для ЦК-зависимого накопления Хл *a* и мРНК генов его биосинтеза. Результаты указывают на значительный вклад компонентов сигнализации синего света в светозависимое зеленение проростков, тогда как позитивный эффект ЦК на зеленение семядолей происходит опосредовано через *транс*-фактор HY5.

Возьмите на заметку:

Транс-фактор HY5 участвует в реализации позитивного действия цитокинина на зеленение семядолей проростков *A. thaliana.*



Северокавказские популяции видов рода *Alyssum*: минеральный состав и молекулярнофилогенетический анализ

Дроздова И.В., Мачс Э.М., Алексеева-Попова Н.В., Калимова И.Б., Беляева А.И.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-156
E-mail: alyssum7@gmail.com

В образцах растений рода *Alyssum* (*A. murale, A. alyssoides, A. daghestanicum*), собранных в горных районах Северного Кавказа, изучалась аккумуляция Ni, Fe, Zn, Mn и Co. Для *A. murale* установлено значительное популяционное варьирование аккумулирующей способности растений по отношению к Ni и Co. Особенно высокие концентрации этих элементов, 4300–12100 мг/кг для Ni и 18.9–73.9 мг/кг для Co, были отмечены в растениях на выходах ультраосновных горных пород в Карачаево-Черкесии. Содержание этих элементов в растениях Южного Дагестана, произрастающих на выходах основных горных пород, было гораздо более низким: 9.27–30 мг/кг для Ni и 1.27–2.99 мг/кг для Co. Популяционный полиморфизм *A. murale* разного географического происхождения был оценен по гену 5.8S рРНК. Показано, что образцы растений из этих районов значительно различаются по положению полиморфных сайтов, что может быть связано с процессами гибридизации. Кластеризация образцов соответствует их аккумулирующей способности. Таким образом, данный вид представлен в разных почвенно-геохимических условиях хорошо генетически разделяющимися популяциями, характеризующимися разной аккумулирующей способностью по отношению к Ni и Co.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Drozdova I.V. et al. The accumulating ability and nickel tolerance of Brassicaceae species of the North Caucasus in connection with the problem of phytoremediation // Journal of geochemical exploration (2017) 182: 235-241. doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.03.001

Взаимодействие наночастиц благородных металлов с растениями

Дыкман Л.А.

ФГБУН "Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН", Саратов, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-157
E-mail: dykman_l@ibppm.ru

В докладе рассмотрены данные последнего десятилетия о влиянии наночастиц золота и серебра на высшие растения, а также о возможной фитотоксичности наночастиц. Исследования этих процессов актуальны потому, что взаимодействия растений и наночастиц обусловлены целым рядом новых факторов техногенного характера, появившихся в последние годы. Кроме того, в настоящее время растения активно используют для «зеленого» синтеза наночастиц. Обсуждается влияние наночастиц на состояние, рост и продуктивность растений. Опубликованные данные, зачастую неполные и противоречивые, указывают на то, что наночастицы металлов могут оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на различные виды растений. Показано, что внутриклеточное проникновение наночастиц определяется, преимущественно, их химической природой, размером, формой, поверхностным зарядом и используемой дозой. При этом механизмы проникновения частиц в клетки, их последующая трансформация и элиминация изучены недостаточно. Таким образом, существует потребность в скоординированной исследовательской программе для установления корреляций между характеристиками частиц, дизайном эксперимента и наблюдаемыми биологическими эффектами.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

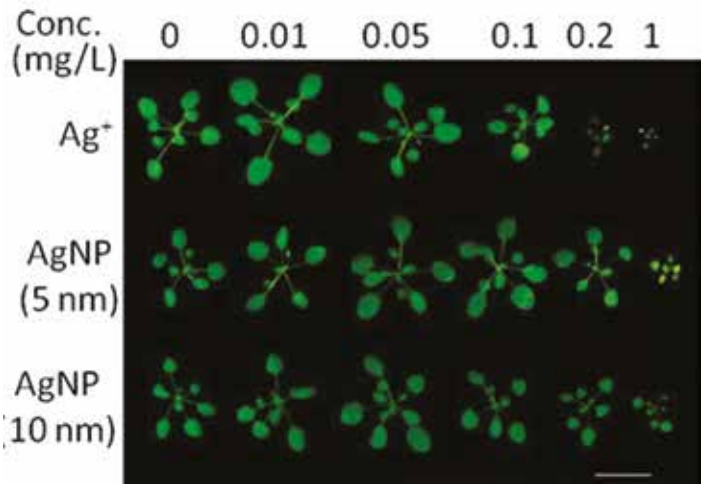
Дыкман Л.А., Щеголев С.Ю. Взаимодействие растений с наночастицами благородных металлов // Сельскохозяйственная биология (2017) 52: 13-24. doi: 10.15389/agrobiology.2017.1.13rus.

Dykman L.A., Shchyogolev S.Y. The Effect of Gold and Silver Nanoparticles on Plant Growth and Development // In: "Metal Nanoparticles: Properties, Synthesis and Applications" / Eds. Saylor Y., Irby V. -New York: Nova Science Publishers, (2018) 263-300.

Возьмите на заметку:

1. Наночастицы металлов могут оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на различные виды растений.

2. Внутриклеточное проникновение наночастиц определяется их химической природой, размером, формой, поверхностным зарядом.



Влияние прополиса и мумиё на всхожесть, рост и зараженность плесневыми грибами семян томата

Дымина Е.В., Баяндина И.И.

ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-158
E-mail: dimina@ngs.ru

В настоящее время томат занимает первое место среди овощных культур по общему мировому сбору продукции. Величина урожая и его качество зависят от предварительной предпосевной подготовки семян. Одной из самых перспективных групп биологических препаратов для этого являются природные регуляторы роста растений.

Объекты исследования: растворы прополиса в 54% спирте и мумиё в воде, томат сорта Рома. Лабораторные исследования проводили по ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Определяли энергию прорастания, всхожесть, зараженность семян и массу проростков.

Замачивание семян томата в растворах прополиса концентрации 10% – 0,1% ингибирует всхожесть или не дает никакого эффекта. Замачивание в растворах концентрации 0,01 – 0,00001% повышает массу проростков до 35%. Концентрация прополиса 0,01 и 0,001% повышает всхожесть семян на 6 – 10%. Наилучшие результаты дала обработка семян томата прополисом в концентрации 0,001 и 0,0001%. Масса проростков увеличилась на 27%, а зараженность плесневыми грибами снизилась в три раза. Растворы мумиё до 0,001% концентрации ингибируют всхожесть, но увеличивают массу проростков от 18 до 41%.

Микробные ассоциации растений ржи сортов Саратовской селекции

Дымнич А. С., Глинская Е. В., Неамах А. А.

ФГБО ВПО "Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского", Саратов, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-159
E-mail: dymnich_as@mail.ru

Рожь относится к одной из основных злаковых культур, возделываемых на территории России. Она богата углеводами, клетчаткой, белками, жирами, витаминами; устойчива к морозам, засухам, способна давать рентабельный урожай на малоплодородных, песчаных и кислых почвах. Важную роль в процессах роста и развития растений ржи играют ассоциативные микроорганизмы. Целью работы являлось изучение биологических свойств ассоциативных бактерий растений ржи сорта «Марусенька», возделываемых на полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» (Саратов, Россия). Бактерии-ассоцианты выделяли с поверхности побегов, из внутренней среды и ризосферы растений. Изолировано 18 видов бактерий, которые обладают каталазной активностью (73 %), способностью к редукции нитратов (61 %), фиксации азота (56 %), образованию ацетоина (50 %), гидролизу желатина (94 %), казеина (78) и крахмала (67), использованию лактозы (94 %), глюкозы (83 %) и мальтозы (83 %). Культуры растут в узком диапазоне температур (20 - 37 °С), предпочитают анаэробные условия (72 %), способны адаптироваться к значениям pH от 5 до 10 и концентрации хлорида натрия в среде до 10 %.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Дымнич А. С., Белей Е. В., Глинская Е. В. Фитопатогенные и энтомопатогенные микроорганизмы, ассоциированные с растениями ржи сорта «Марусенька» // Концепции фундаментальных и прикладных научных исследований: сборник статей Международной научно-практической конференции (20 мая 2018 г, г. Оренбург). В 3 ч. Ч. 3. Уфа: АЭТЕРНА, 2018. С. 39 – 42.

Эволюция механизмов регуляции апикальной меристемы и заложения листьев у сосудистых растений

Евкайкина А.И.[1], Климова Е.А.[1], Тютерева Е.В.[1], Добрякова К.С.[1], Иванова А.Н.[1,2], Rydin C.[3], Berke L.[4], Proux-Wera E.[3], Pawlowski K.[3], Романова М.А.[2], Войцеховская О.В.[1]

[1]ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия,
[2]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Stockholm University, Stockholm, Sweden,
[4]Wageningen University, Wageningen, Nederland

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-160
E-mail: evkaykina.ai@gmail.com

Возникновение листьев - ключевое событие в эволюции растений. Однако вопрос о происхождении листьев у разных таксонов неясен. “Классические” гипотезы предлагают два пути возникновения листьев: (1) как выросты коры безлистных осей первых наземных растений (микрофилльные листья плаунов); (2) как преобразование систем этих осей (макрофилльные листья других таксонов). Решение этого вопроса требует сравнения молекулярно-генетических механизмов заложения листа. У Цветковых этот процесс запускается подавлением экспрессии генов *KNOX*, маркирующих недетерминированные клетки меристемы, факторами транскрипции ARP и YABBY. С помощью транскриптомного анализа и гибридизации РНК-РНК *in situ* мы исследовали молекулярные аспекты заложения листа у плаунов *Huperzia selago* и *Isoetes lacustris*, и хвойного *Picea abies*. Результаты позволяют предположить, что и микрофилльные, и макрофилльные листья возникли на базе единой программы, возможно программы образования спорангиев в апексе побега первых наземных растений.
Работа поддержана РФФИ № 17-04-00837 и темой 0126-2016-0001 госзадания БИН РАН.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

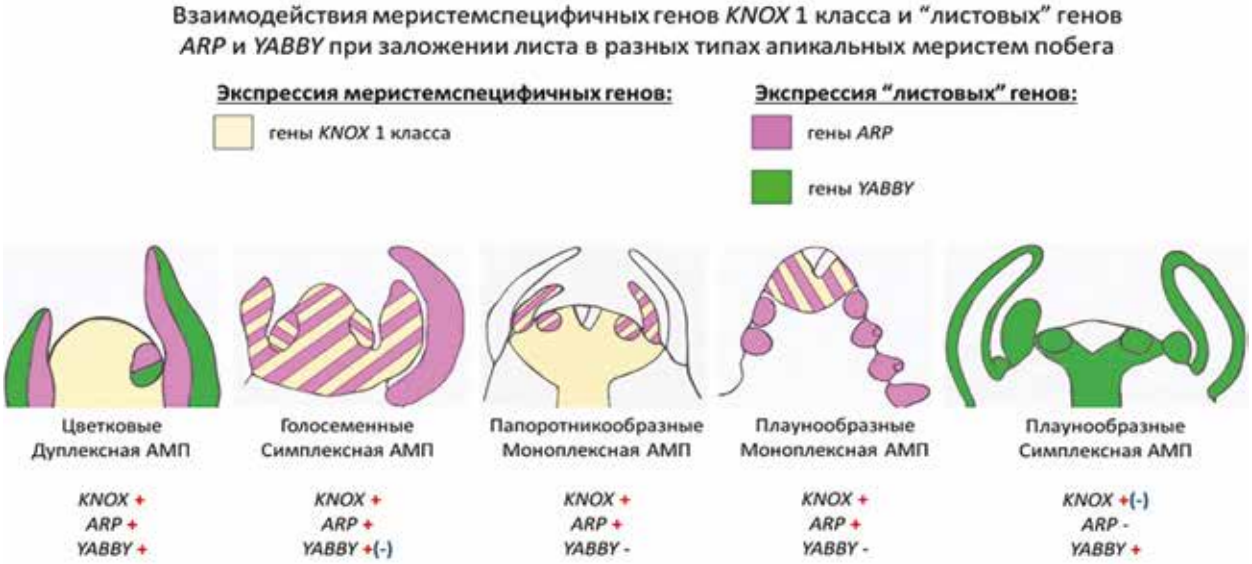
Evkaikina A.I. et al. Evolutionary aspects of non-cell-autonomous regulation in vascular plants: structural background and models to study. // Frontiers in Plant Science (2014) 5: 31. doi: 10.3389/fpls.2014.00031

Evkaikina A.I. et al. The Huperzia selago shoot tip transcriptome sheds new light on the evolution of leaves. // Genome biology and evolution (2017) 9(9): 2444-2460. doi: 10.1093/gbe/evx169

Возьмите на заметку:

Клеточные и молекулярные аспекты образования листьев коррелируют со структурным типом апикальной меристемы побега.

Ген *YABBY Huperzia selago* - уникальный для споровых растений.



Анализ функционирования растительно-бактериальных ассоциаций при осмотическом стрессе в условиях *in vitro*

Евсеева Н.В.[1], Ткаченко О.В.[2], Бурыгин Г.Л.[1], Денисова А.Ю.[2], Матора Л.Ю.[1], Щеголев С.Ю.[1]

[1]ФГБУН "Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН", Саратов, Россия, [2]ФГБОУ ВО "Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова", Саратов, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-161

E-mail: evseeva_n@ibppm.ru

Исследование функционирования растительно-микробных ассоциаций при действии стрессовых факторов способствует раскрытию механизмов формирования устойчивости растений под влиянием микроассоциантов. Цель работы - исследование ответных реакций картофеля сорта Невский на инокуляцию *Azospirillum brasilense* Sp245 и *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 при осмотическом стрессе в культуре in vitro. Осмотическое давление (-0,3 МПа) в среде выращивания создавали добавлением ПЭГ6000. Определяли морфо-физиологические параметры, содержание пролина, малонового диальдегида (МДА) и хлорофилла в листьях на 7 сутки стресса и на 7 сутки репарации. Бактеризация способствовала стимулированию ростовых процессов в растениях. Стресс приводил к увеличению содержания пролина и МДА в листьях растений всех вариантов. При репарации бактеризация способствовала снижению МДА в листьях и повышению содержания хлорофилла, что соответствовало лучшему восстановлению растений. Протекторная активность *O. cytisi* IPA7.2, в сравнении с *A. brasilense* Sp245, была выражена сильнее, что, по-видимому, объясняется более высокой устойчивостью этого штамма к ПЭГ.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ 19-016-00116.

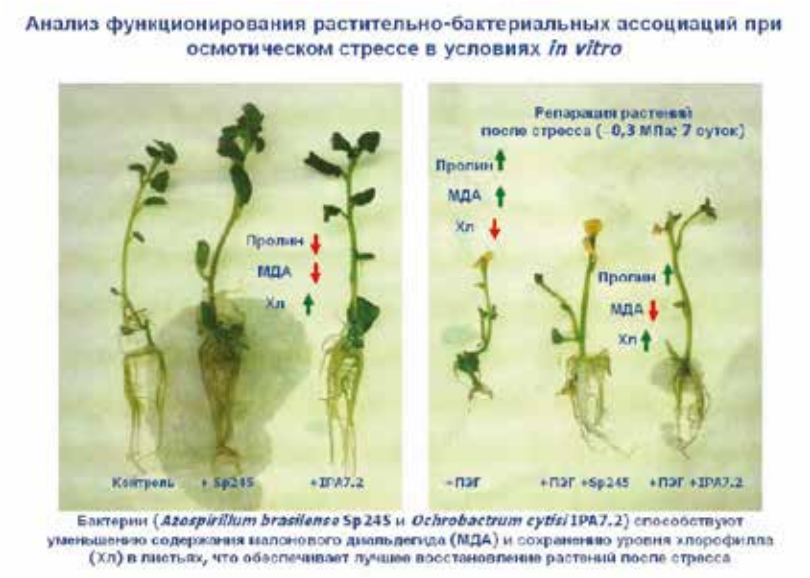
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tkachenko O.V. et al. Improved potato microclonal reproduction with the plant growth-promoting rhizobacteria Azospirillum // Agronomy for Sustainable Development (2015) 35: 1167-1174. DOI 10.1007/s13593-015-0304-3

Евсеева Н.В. с соавт. Влияние ростстимулирующих ризобактерий на микроклоны картофеля при осмотическом стрессе в условиях in vitro // Биомика (2018) 10: 206-209. doi: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-29

Возьмите на заметку:

Бактерии *Azospirillum brasilense* Sp245 и *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 способствовали повышению устойчивости микроклонов картофеля к осмотическому стрессу (-0,3 МПа) в условиях *in vitro.*



Протеомный анализ влияния ключевых факторов фитоиммунитета на корни

Егорова А.М.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-162
E-mail: egorova@kibb.knc.ru

Корни растений постоянно подвергаются влиянию почвенных микроорганизмов, многие из которых являются патогенами. Для защиты от них в растениях запускаются ответные реакции, активируемые такими индукторами иммунитета, как салициловая и (СК) жасмоновая кислоты (ЖК) и NO. Они вызывают репрограммирование экспрессии генов, синтез защитных белков и небелковых антипатогенных соединений. Особенности ответа растений, вызываемого этими факторами фитоиммунитета, были изучены главным образом на листьях растений. В то же время, накопление этих соединений элиситируется почвенными микроорганизмами в корнях, но об особенностях формирования в них иммунитета известно очень мало. Кроме того, данные об этом получены на отличающихся объектах и условиях их выращивания. Нами был проведен протеомный анализ взаимодействия индукторов фитоиммунитета – СК, ЖК и NO, а также антибиотика циклогексимида, с использованием одного объекта - корней гороха, выращиваемых в стандартных условиях. Мы идентифицировали белки корней, содержание которых изменяется под влиянием этих соединений. Это позволило выявить особенности их взаимодействия в корнях растений и их антипатогенного действия.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Егорова А.М., Тарчевский И.А. Азелаиновая кислота индуцирует ферменты фенольной защиты в корнях гороха // Доклады Академии наук (2018) 483: 345-347. DOI 10.1134/S160767291805006X

Тарчевский И.А., Егорова А.М. Протеомный анализ влияния циклогексимида на корни гороха // Физиология растений (2015) 62: 893-905. DOI: 10.7868/S0015330315060172

Яковлева В.Г., Егорова А.М., Тарчевский И.А. Протеомный анализ влияния метилжасмоната на корни проростков гороха // Доклады Академии наук (2013) 449: 236-239.

Возьмите на заметку:

Выявлены особенности взаимовлияния ключевых индукторов фитоиммунитета - салициловой и жасмоновой кислот и NO и на протеом корней растений.

Является ли постаноксия самостоятельным стрессором?

Емельянов В.В., Шиков А.Е., Ласточкин В.В., Чиркова Т.В.

ФГБО ВПО "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-163
E-mail: bootika@mail.ru

В естественной среде обитания вслед за периодом кислородной недостаточности обычно следует возвращение аэробных условий, и растения оказываются в несколько иных стрессирующих условиях – условиях постаноксии. Восстановленные анаэробные метаболиты и почвенные токсины окисляются кислородом воздуха, что приводит к развитию постаноксического окислительного стресса. Развиваются фотоокислительные процессы, повреждающие фотосинтетический аппарат. Под действием аноксии и последующего окисления нарушаются гидрофобные покровы побегов, что приводит к потерям влаги и усиливает риск атаки патогенов и фитофагов. Основные механизмы адаптации к постаноксии заключаются в эффективном функционировании антиоксидантных систем, активации альтернативной оксидазы и детоксикации анаэробных метаболитов. Растения, устойчивые к дефициту кислорода, также способны противостоять постаноксии, причём адаптации к этому возникают у них заблаговременно, на уровне преадаптивного ответа. Постаноксию не следует рассматривать как отдельный стрессорный фактор, так как она представляет собой комплексное воздействие последствий аноксии, окислительного повреждения и иссушения.

Исследования поддержаны РФФИ 18-04-00157.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Чиркова Т.В. Растение и анаэробиоз // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология (1998) (2): 41-52.

Chirkova T., Yemelyanov V. The study of plant adaptation to oxygen deficiency in Saint Petersburg University // Biological Communications (2018) 63: 17-31. doi: 10.21638/spbu03.2018.104

Возьмите на заметку:

1) Постаноксия не является отдельным стрессорным фактором, а продолжением аноксии во взаимодействии с другими стрессорами.

2) Растение, устойчивое к дефициту кислорода, устойчиво и к постаноксическому окислению.

Особенности поглощения фосфора кукурузой в холодных почвах Западной Сибири

Еремин Д.И.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-164
E-mail: soil-tyumen@yandex.ru

В последние годы возникла серьезная проблема формирования кормовой базы, обеспечивающей сбалансированное питание молочного стада. Неотъемлимым компонентом в рационе крупно-рогатого скота является кукурузный силос, обогащенный не только клетчаткой, но и определенным составом аминокислот и переваримого протеина. Получение таких кормов возможно только при выращивании кукурузы по зерновой технологии, только убираемой на силос. Однако возникла существенная проблема связанная с особенностями поглощения фосфора из холодных почв, особенно на этапе закладки початков. Наши исследования показали, что при температуре почвы менее 15 градусов по Цельсию ди- и трифосфаты кальция не усваиваются корневой системой, а фосфорное питание идет только за счет поглощения монофосфатов аммония или ионов фосфорной кислоты. На основе исследований была разработана система удобрений, обеспечивающая первоначальное питание кукурузы за счет использования внекорневых подкормок хелатными формами фосфата аммония, которые помогают полноценно развиться початкам кукурузы, даже в условиях дефицита тепла. Разработанная система удобрений может быть применена при выращивании ультраранних сортов кукурузы на зерно и корнаж.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Еремин Д.И. Фосфорный режим кукурузы, выращиваемой по зерновой технологии в лесостепной зоне Зауралья/Д.И. Еремин, Е.А. Дёмин//Агропродовольственная политика России. 2017. №5 (65). С. 86-91

Еремин Д.И. Выращивание кукурузы в лесостепной зоне Зауралья: от теоретических обоснований к практическим результатам/Д.И. Еремин, Е.А. Дёмин//Аграрный вестник Урала. 2017. №166(12). С.2.

Возьмите на заметку:

Выращивание кукурузы по зерновой технологии в условиях лесостепной зоны Зауралья за счет подбора сортов и системы удобрений.

Регуляция и функции усеченных гемоглобинов одноклеточных зеленых водорослей

Ермилова Е.В., Филина В.Ю., Гринько А.Н., Залуцкая Ж.М.

ФГБО ВО "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-165
E-mail: e.ermilova@spbu.ru

Одной из сравнительно недавно открытых групп белков являются усеченные гемоглобины (truncated hemoglobins). Усеченные гемоглобины представляют собой подсемейство гемоглобинов, формирующих 2-на-2 спиральный сэндвич (вместо классического 3-на-3 спирального сэндвича), в котором две α-спирали расположены над двумя другими α-спиралями. Несмотря на широкое распространение усеченных гемоглобинов как у прокариот, так и у эукариот, их функциональное значение пока плохо изучено. В геноме *Chlamydomonas reinhardtii* выявлено 12 генов, кодирующих усеченные гемоглобины, THB1-12. Три представителя семейства, THB1, THB2 и THB4, связывают окись азота (NO) и обладают диоксигеназной активностью. С помощью методов количественной ПЦР, экспрессии специфических искусственных микроРНК, конфокальной микроскопии и спектрофлуориметрии с использованием флуоресцентных красителей установлено, что экспрессия генов, кодирующих транспортеры сульфата и внеклеточные арилсульфатазы, контролируется NO в THB1-зависимом сигнальном пути. Показано, что THB1 выполняет двойную функцию: принимает участие в детоксикации NO и координации ответа на голодание по сере с ассимиляцией нитрата.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Minaeva et al. Truncated hemoglobin 1 is a new player in Chlamydomonas reinhardtii acclimation to sulfur deprivation // PLoS ONE (2017) 12(10): e0186851.

Zalutskaya et al. Sulfur deprivation-induced expression of THB1, a Chlamydomonas reinhardtii truncated hemoglobin, is mediated by nitrate reductase-dependent NO production // Protistology (2018) 12 (2), 97–108.

Возьмите на заметку:

Выявлена новая функция усеченных гемоглобинов – контроль адаптивного клеточного ответа на удаление из среды источников серы.

Уровень экспрессии *AOX1a* определяет метаболические пути адаптации растений *Arabidopsis thaliana* к воздействию УФ-Б радиации

Ермолина К.В., Велегжанинов И.О., Гармаш Е.В.

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Сыктывкар, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-166

E-mail: ermolina@ib.komisc.ru

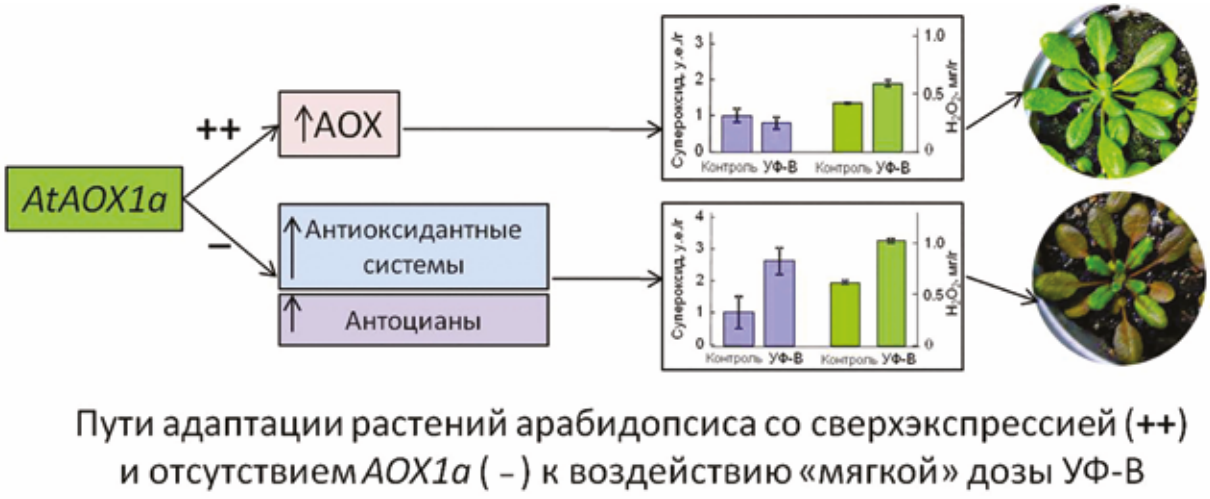
Нефосфорилирующая альтернативная оксидаза в митохондриальной ЭТЦ (АОХ) является важным механизмом регуляции редокс баланса и уровня АФК в клетке. В работе показано влияние уровня экспрессии *AOX1a* на изменение метаболических путей адаптации растений *Arabidopsis thaliana* к воздействию УФ-Б радиации в дозе (0.6 кДж/м^2), соответствующей половине уровня УФ-В в ясный солнечный день. После 7 дней УФ-В облучения 5 -недельные растения со сверхэкспрессией *AOX1a* (XX-2) и с антисенсовой ориентацией *AOX1a* (AS-12) были более эффективны в контроле уровня АФК, чем растения дикого экотипа (Col-0). В линии XX-2 этому явно способствовала сверхэкспрессия *AOX1a,* которая сопровождалась усиленным синтезом белка АОХ1 и активацией альтернативного дыхания. Растения линии AS-12 проявляли мощный компенсаторный эффект за счет индукции экспрессии генов и активации других нефосфорилирующих дыхательных и антиоксидантных ферментов, а также ферментов фенилпропаноидного пути и, как следствие, накопления антоцианов. Воздействие УФ-В индуцировало в линии AS-12 синтез АОХ1, что не компенсировало отсутствие АОХ1А.

Работа поддержана грантом РФФИ № 19-04-00476-а.

Возьмите на заметку:

Сверхэкспрессия АОХ1а способствует успешной адаптации растений арабидопсиса к УФ-В радиации.

Растения арабидопсиса с антисенсовой ориентацией АОХ1а проявляют компенсаторный эффект при воздействии УФ-В.



Пути адаптации растений арабидопсиса со сверхэкспрессией (++) и отсутствием *AOX1a* (–) к воздействию «мягкой» дозы УФ-В

Механизмы адаптации растений к гипоксии и CO_2-среде: свободнорадикальные процессы, жирнокислотный состав мембран, про- и антиоксидантные ферменты митохондрий

Ершова А.Н.

ФГБО ВПО "Воронежский государственный педагогический университет", Воронеж, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-167
E-mail: aershova@vspu.ac.ru

Проведенные нами исследования показали накопление значительного количества супероксидных анион-радикалов и пероксида водорода в митохондриях растений в условиях кратковременной гипоксии и CO_2-среды. У неустойчивых проростков гороха интенсивность СРО была выше, чем у более устойчивой кукурузы, а активность митохондриальной СОД - ниже. Показана важная роль липоксигеназного пути в процессах образования АФК в митохондриях растений в условиях дефицита кислорода. Это подтверждалось увеличением активности липоксигеназы и действием специфических ингибиторов. Активация процессов ПОЛ при действии гипоксии и CO_2 -среды приводила к снижению содержания в фосфолипидах мембран митохондрий ненасыщенных жирных кислот, в первую очередь линолеата. Показано значительное падение активности митохондриальной СДГ у неустойчивых растений в условиях гипоксии. Это свидетельствует о тесной взаимосвязи ферментативных процессов цикла Кребса и образования АФК в митохондриях. Полученные нами данные подтверждают, что степень устойчивости растений к гипоксическому стрессу и среде CO_2 определяется их способностью регулировать активность процессов СРО митохондрий на уровне образования разных типов АФК и их утилизации.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ершова А.Н. Тюрина И.В. Газохроматографический анализ свободных жирных кислот митохондрий растений кукурузы при действии гипоксии // Хроматографические и сорбционные процессы (2018)6:927-933 doi: https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2018.18/622

Ершова А.Н. Метаболическая адаптация растений к гипоксии и повышенному содержанию диоксида углерода (2007) Ворнеж:ВГУ.264.

Возьмите на заметку:

Установлено, что степень устойчивости разных растений к гипоксическому стрессу и среде CO_2 определяется их способностью регулировать активность процессов СРО митохондрий на уровне образования разных типов АФК и их утилизации.

Защитный эффект брассиностероидов при хлоридном засолении

Ефимова М.В.

ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-168
E-mail: stevmv555@gmail.com

Повышение устойчивости растений при стрессе во многом определяется факторами гормональной природы. Среди эффективных и экологически безопасных стресс-протекторных регуляторов большой интерес представляют брассиностероиды. Исследования проводили на растениях *Solanum tuberosum* L. среднеспелого сорта Луговской. Нами показано, что кратковременная предобработка растений картофеля стероидными гормонами – 24-эпибрассинолидом и 28-гомобрассинолидом, индуцировала переход растений картофеля в состояние прайминга, которое проявлялось в их способности отвечать на «отсроченный» солевой стресс более эффективной аккумуляцией пролина и каротиноидов, обладающих выраженными антиоксидантными и стресс-протекторными свойствами. На примере 24-эпибрассинолида исследована суточная динамика функционирования осмотических и антиоксидантных защитных систем растений картофеля в условиях засоления и гормонального прайминга.

Исследование поддержано грантом РНФ № 16-16-04057.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Ефимова М.В. и др. Индуцированный брассиностероидами прайминг растений картофеля снижает окислительный стресс и повышает солеустойчивость // Доклады Академии Наук (2018) 478: 723-726. doi: 10.1134/S0012496618010106

2. Efimova M.V. et al. Effects of 24-epibrassinolide and green light on plastid gene transcription and cytokinin content of barley leaves // Steroids (2017) 120: 32–40. doi: 10.1016/j.steroids.2016.12.004 ISSN 0039-128X

Изучение роли автофагии в стрессоустойчивости и активации биосинтеза астаксантина у микроводоросли *Haematococcus pluvialis*

Жарова Д.А., Евкайкина А.И., Болдина О.Н., Войцеховская О.В., Тютерева Е.В.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-169
E-mail: odonato@bk.ru

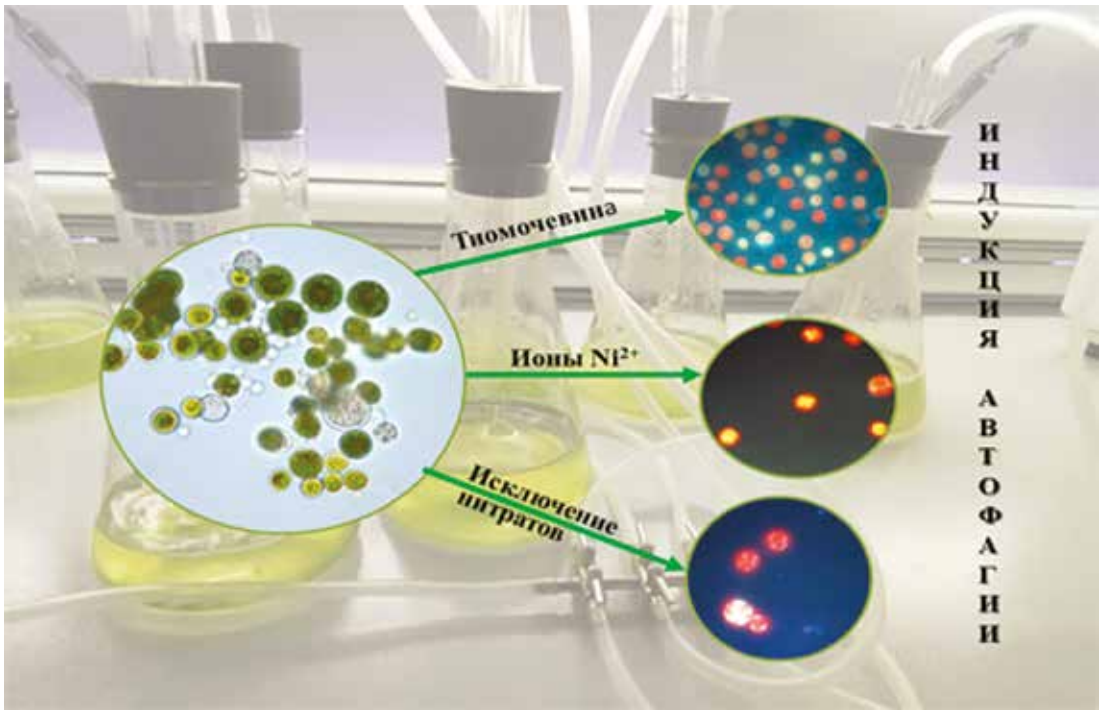
Одноклеточная зелёная микроводоросль *Haematococcus pluvialis* - основной источник пигмента астаксантина, который обладает антиоксидантными и регуляторными свойствами, благоприятными для организма человека и животных. Гематококк дождевой переходит к синтезу астаксантина под влиянием стрессов: засоления либо голодания, которые сопровождаются гибелью части клеток. Представляет интерес изучение роли автофагии в стрессоустойчивости гематококка и выяснение возможности оптимизировать получение и выход пигмента астаксантина путем манипулирования уровнем индукции автофагии.

Микроводоросль *H. pluvialis* показывает низкие темпы роста и низкие конечные удельные веса клетки. Чтобы максимизировать продуктивность, культуру выращивали при оптимальных условиях среды, люминесцентном освещении, при постоянном продувании и температуре 24°C. Для стимуляции автофагии клетки подвергались различным видам стресса: влиянию ионов Ni^{2+} , азотному голоданию и добавлению ингибитора каталазы тиомочевины. Автофагосомы визуализировали с помощью монодансилкадаверина либо иммунофлуоресценции с антителами к белку ATG8. В докладе будут представлены результаты данной работы.

Исследование поддержано РНФ №18-16-00074.

Возьмите на заметку:

Впервые начато изучение роли автофагии в стрессоустойчивости гематококка дождевого с целью выяснения возможности оптимизации выхода пигмента астаксантина путем манипулирования уровнем индукции автофагии.



Каков механизм гипераккумуляции цезия растениями?

Железнова О.С., Тобратов С.А.

Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина, Рязань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-170
E-mail: zheleznova_rzn@mail.ru

Растения-гипераккумуляторы Cs и ^{137}Cs могут быть использованы для фиторемедиации загрязненных почв. Исследования проведены в дальней зоне радиоактивных выпадений спустя 30 лет после аварии на ЧАЭС (юго-запад Мещерской низины, Рязанская область РФ). На основе измерения удельной активности ^{137}Cs и ^{40}K в фитомассе и почвах рассчитывались коэффициенты дискриминации ^{40}K/ ^{137}Cs. ^{137}Cs, в отличие от его геохимического аналога ^{40}K, накапливается преимущественно в корневых системах. Тенденция гипераккумуляции ^{137}Cs характерна для зеленых мхов и папоротников – древних организмов с отсутствием барьерных тканей – а также для группы покрытосеменных растений, не обладающих филогенетическим единством: *Calluna vulgaris,* листьев и тонких ветвей *Quercus robur, Populus tremula, Betula pubescens,* представителей *Amaranthaceae, Chenopodioideae, Asteraceae.* Ключевая особенность гипераккумуляторов цезия – способность к интенсивному питанию нитратной формой азота и ее восстановлению в надземных органах. Она характерна как для ариданитных видов, происходящих из аридных областей низких широт, так и для гумидокатных пионерных видов с быстрыми темпами роста и высокой нитратредуктазной активностью в листьях.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

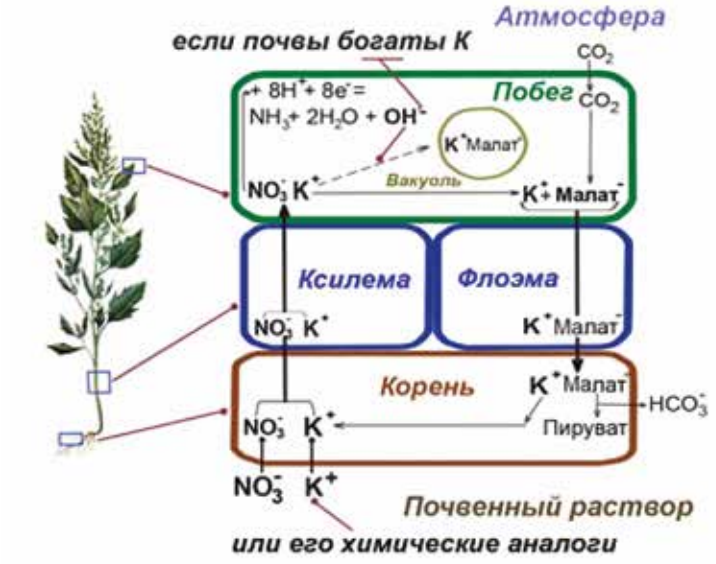
Zheleznova O.S. et al. Accumulation of ^{137}Cs and ^{40}K by plants of forest ecosystems: the estimation of plant species factor. Case study: mixed forests of the East European Plain // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences (2016) 7: 547-560.

Железнова О.С., Тобратов С.А. Механизм гипераккумуляции цезия: как растения противостоят питательным дисбалансам в условиях загрязнения // Журнал общей биологии (в печати).

Возьмите на заметку:

1. Гипераккумуляторы цезия не обладают филогенетическим единством, но имеют сходные особенности минерального питания.

2. Гипераккумуляторы цезия интенсивно питаются нитратной формой азота, восстанавливая ее в надземных органах.



Вторичные метаболиты лекарственных растений Прибайкалья: участие в адаптации

Живетьев М.А., Кириченко К.А., Граскова И.А.

Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-171
E-mail: nik.19@mail.ru

Иридоидные гликозиды (ИГ) обладают высокой фармакологической активностью. Растения рода Veronica способны заселять альпийские луга и высокогорья, при этом являясь сверхпродуцентами ИГ. Все это указывает на перспективность исследования ИГ для расширения понимания механизмов адаптации растений к условиям произрастания. Впервые показано наличие ИГ в листьях *Alchemilla subcrenata* и *Andromeda polyfolia*. В листьях *Veronica chamaedris* содержание ИГ было выше и сохранялось на высоком уровне в течение всего периода вегетации. Таким образом, произрастающая на территории Прибайкалья *V. chamaedris* является перспективным источником ИГ в течение всего вегетационного сезона. Содержание ИГ значительно выше содержания фенольных соединений. Следовательно, ИГ вероятно играют заметную роль в жизнедеятельности растений. Из изученных растений больше всего ИГ наблюдали в листьях *V. chamaedris*, являющейся космополитом северного полушария и встречающейся от южной границы лесной зоны до полярного круга. Содержание ИГ аукубинового ряда в *V. chamaedris* было максимально в начале лета на пике прироста биомассы, и очень высоким в начале осени, а минимум приходился на август месяц.

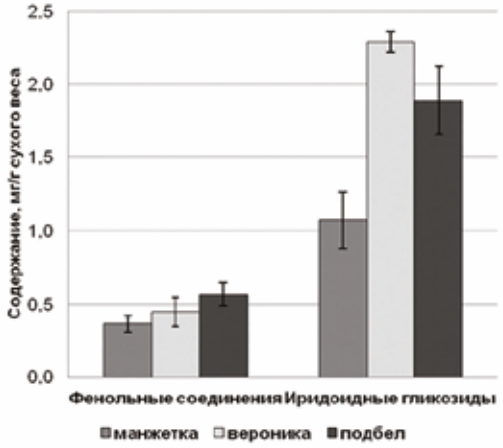
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Живетьев М.А. и др. Антимикробное действие экстрактов лекарственных растений Andromeda polyfolia и Alchemilla subcrenata // Химия растительного сырья (2018) 4: 149-157. doi: 10.14258/jcprm.2018043846

Живетьев М.А. и др. Влияние экстрактов лекарственных растений и отдельных метаболитов на образование биопленок (Обзор) // Химия растительного сырья (2017) 2: 5-18. doi: 10.1425 8/j cprm.2017021547

Возьмите на заметку:

1. Показано наличие иридоидных гликозидов в *Alchemilla subcrenata* и *Andromeda polyfolia.*
2. Содержание иридоидного гликозида аукубинового ряда в Veronica chamaedris было максимально в июне, высоким в сентябре, минимум приходился на август месяц.



Идентификация иридоидных гликозидов (ТСХ, реактив Шталя)

Rf	Виды с указанием окраски пятен			Вероника (5 мкл 1:30)		
	Манжетка	Вероника	Подбел	июнь	август	сентябрь
0,86	малиновая	малиновая	малиновая			
0,78		зеленая	зеленая	+		+
0,68	изумрудная					
0,65			зеленая			
0,60		синяя		100%	25%	90%
0,55	изумрудная					
0,54		фиолетовая				
0,32			синяя			
0,18			синяя			
0,15			синяя			

Дозовые зависимости влияния 2-карбокси-2-(N-ацетиламино)-3-(3',5'-дитрет-бутил-4-гидроксифенил)-пропионата калия на функциональное состояние митохондрий проростков гороха

Жигачева И.В.[1], Володькин А.А.[1], Генерозова И.П.[2], Герасимов Н.Ю.[1]

[1]ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук,Москва,Россия,
[2]ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-172
E-mail: zhigacheva@mail.ru

Одним из основных источников избыточного накопления активных форм кислорода в клетке в условиях стресса являются митохондрии. Взаимодействие АФК с полиненасыщенными жирными кислотами, входящими в состав липидов мембран приводит к инициированию ПОЛ. Можно предположить, что антиоксиданты, предотвращая ПОЛ, могут повышать устойчивость растений к стрессовым воздействиям. Целью исследования было изучение влияния различных концентраций антиоксиданта 2-карбокси-2-(N-ацетиламино)-3-(3',5'-дитрет-бутил-4'-гидроксифе-нил)-пропионата калия (калий анфена) на функциональное состояние митохондрий проростков гороха (*Pisum sativum L*), сорт Флора-2. Препарат в концентрациях 10^{-5} -10^{-8} М и 10^{-13} -10^{-14} М предотвращал активацию ПОЛ в мембранах митохондрий проростков гороха и повышал скорости окисления НАД-зависимых субстратов в дыхательной цепи митохондрий на 13,2-35%. Обработка семян гороха 10^{-13} М препарата предотвращала торможение роста проростков в условиях дефицита воды. Биологические эффекты калий анфена в области 10^{-13} -10^{-14} М, вероятно, обусловлены его способностью в водных растворах образовывать гидрат содержащие молекулярные ансамбли и взаимодействовать с аминокислотами.

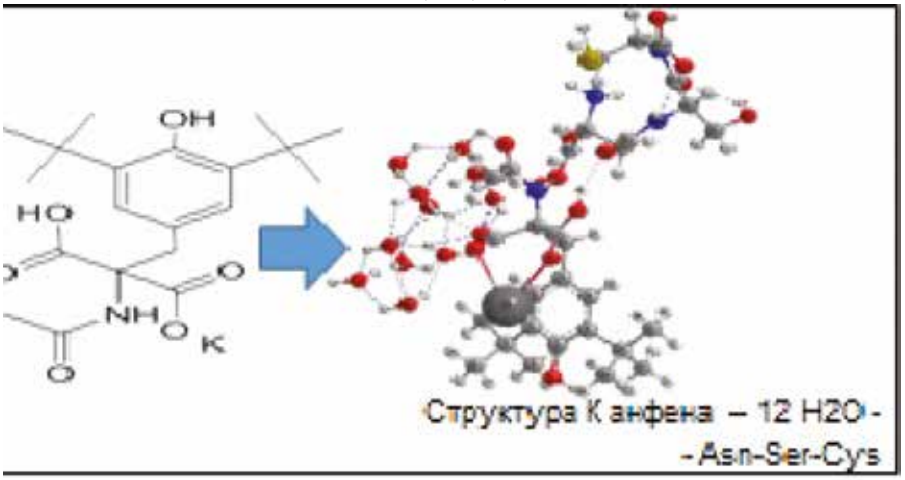
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Жигачева И. В., Расулов М. М.Антистрессовые свойства 1-(карбокси)-1-(N-ацетиламино)-2-(3,5-ди-третбутил-4-гидроксифенил)пропионата натрия // Известия РАН. Серия химическая 2018, 4: 721-725 http://link.springer.com/article/10.1007/s11172-018-2128-1

Zhigacheva Irina et al.The Influence of Ultra-Low Concentrations of Potassium Anphen on the Bioenergetic Characteristics of Mitochondria//Current Bioactive Compounds, 14, 2018,DOI: 10.2174/1573407214666181116093909

Возьмите на заметку:

Биологическая активность водных растворов калий анфена определяется взаимодействием образующихся в водных растворах наноассоциатов, состоящих в основном из структур воды, с аминокислотами, что, вероятно, влияет на структуру активного центра ферментов



Особенности определения митотического цикла в корнях

Жуковская Н.В., Быстрова Е.И., Лунькова Н.Ф., Иванов В.Б.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-173
E-mail: nataliazhukovskaya@mail.ru

Изучение клеточной организации роста и межклеточных взаимодействий в меристемах корней разных видов, различающихся по систематическому положению и гаплоидному содержанию ДНК, представляет большой интерес. В работе определены параметры, характеризующие рост и деление клеток в корнях проростков 133 видов и в придаточных корнях 27 видов. У корней в период стационарного роста были определены следующие показатели: 1) линейная скорость роста корня (v), 2) длина меристемы (L_m), 3) длина клеток меристемы (l_m), 4) длина зоны растяжения (L_e), 5) длина закончивших рост клеток (l_e), 6) диаметр корня в начале зоны растяжения (D). На основании этих данных были рассчитаны продолжительности митотических циклов (T) по формуле:

$T=\ln 2*(L_m/l_m)*l_e/v$. Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что T относительно мало варьирует у большинства видов и существенные различия в скоростях роста корней определяются не разной T, а другими механизмами регуляции, изучение которых будет предметом наших дальнейших исследований.

Работа частично поддержана Грантом РФФИ № 18-04-00918а.

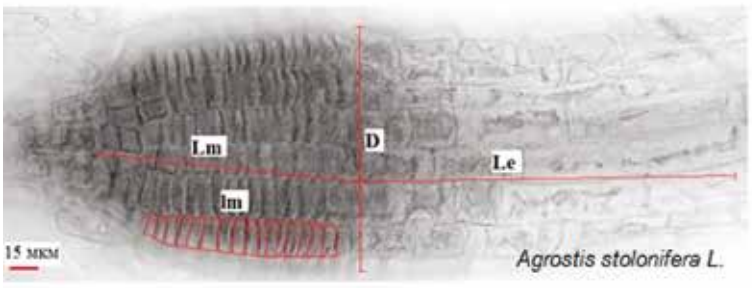
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Быстрова Е.И. и др. Зависимость процессов роста и деления клеток в корне от его диаметра // Онтогенез (2018) 49(2): 91-100. doi.org/10.7868/S0475145018020027

Zhukovskaya N.V. et al. Global analysis of an exponential model of cell proliferation for estimation of cell cycle duration in the root apical meristem of angiosperms // Annals of Botany (2018) 122(5): 811–822. doi.org/10.1093/aob/mcx216

Возьмите на заметку:

Предложен простой метод определения продолжительности митотических циклов в корнях.



Показатели клеточного роста корня: L_m – длина меристемы; L_e – длина зоны растяжения; l_m – длина клеток меристемы; l_e – длина клеток, закончивших рост; D – диаметр корня в начале зоны растяжения; v - скорость роста; $T=\ln 2*(L_m/l_m)*l_e/v$, - длительность митотического цикла

Влияние продолжительности вегетационного и межфазных периодов на формирование элементов продуктивности гороха

Заикина Е.А., Гайнуллина К.П.

ФГБНУ "Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН", Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-174
E-mail: evisheva@yandex.ru

На формирование элементов продуктивности сельскохозяйственных культур значительное влияние оказывают погодные условия и продолжительность межфазных и полного вегетационного периода. В 2015-2018 гг. мы исследовали влияние продолжительности вегетации на урожайность 70 сортов гороха в условиях Предуральской степи Башкортостана. Фенологические наблюдения проводили по методике ВИР, учет урожая семян – по методике Госсортоиспытания. Было установлено, что масса 1000 семян имела отрицательную связь с длиной периода всходы – цветение (r=-0,37). Увеличение продолжительности периода цветение – созревание способствовало увеличению массы 1000 семян (r=0,25). Отрицательная корреляция была выявлена между длиной периода всходы – цветение и количеством продуктивных узлов на растении (r=-0,26). В том же время увеличение длины межфазного периода всходы – цветение способствовало росту количества семян в бобе (r=0,28). Длина полного вегетационного периода коррелировала с длиной составляющих его периодов всходы – цветение (r=0,42) и цветение – созревание (r=0,55). Таким образом, по нашим данным определяющим в формировании урожая гороха, является продолжительность межфазного периода всходы – цветение.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Гайнуллина, К.П. Изучение генетического сходства сортов и линий гороха в Республике Башкортостан / К.П. Гайнуллина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, 2018. – № 5 (73). – С. 84-87.

Гайнуллина, К.П. Изменчивость продолжительности вегетационного периода гороха посевного (Pisum sativum L.) в условиях Предуральской степи Республики Башкортостан / Ф.А. Давлетов, К.П. Гайнуллина, А.Р. Ашиев // Вестник Академии наук РБ. – Уфа, 2014. – Т. 19, № 3. – С. 49-59.

Возьмите на заметку:

Продолжительность полного вегетационного и межфазных периодов оказывают значительное влияние на формирование урожайности гороха посевного.

Корреляционные связи средних значений морфобиологических и хозяйственно-ценных признаков изученных образцов в 2015-2018 гг.

Признак	масса 1000 семян, г	период всходы – цветение, сут	период цветение – созревание, сут	период всходы – созревание, сут	высота растения, см	число продуктивных узлов, шт.	число бобов на растении, шт.	число семян с растения, шт.	число семян в бобе, шт.
масса семян с растения, г	0,45	-0,20	0,17	-0,01	0,21	0,42	0,65	0,59	-0,02
масса 1000 семян, г		-0,34	0,23	-0,08	0,01	-0,09	0,05	-0,44	-0,55
период цветение – созревание, сут				0,57	0,05	0,18	0,04	-0,06	-0,08
период всходы – созревание, сут					-0,10	-0,04	-0,05	0,05	0,16
высота растения, см						0,23	0,15	0,18	-0,03
число продуктивных узлов, шт.							0,69	0,52	-0,15
число бобов на растении, шт.								0,62	-0,37
число семян с растения, шт.									0,47

Quorum Sensing регуляция в микробно-растительном сообществе *Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó (Orchidaceae)

Зайцева Ю.В., Сидоров А.В., Маракаев О.А.

ФГБО ВПО "Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова", Ярославль, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-175
E-mail: zjv9@mail.ru

Ассоциированная с растением микробиота представляет собой сложное, структурированное и динамичное сообщество. Важную роль на различных этапах формирования микробно-растительных сообществ играют бактериальные Quorum Sensing (QS) системы межклеточной коммуникации. Функционирование QS систем основано на взаимодействии низкомолекулярных сигнальных молекул (аутоиндукторов) и рецепторных регуляторных белков. В качестве аутоиндукторов микробные сообщества используют различные молекулы, в том числе N-ацил-гомосеринлактоны (АГЛ).

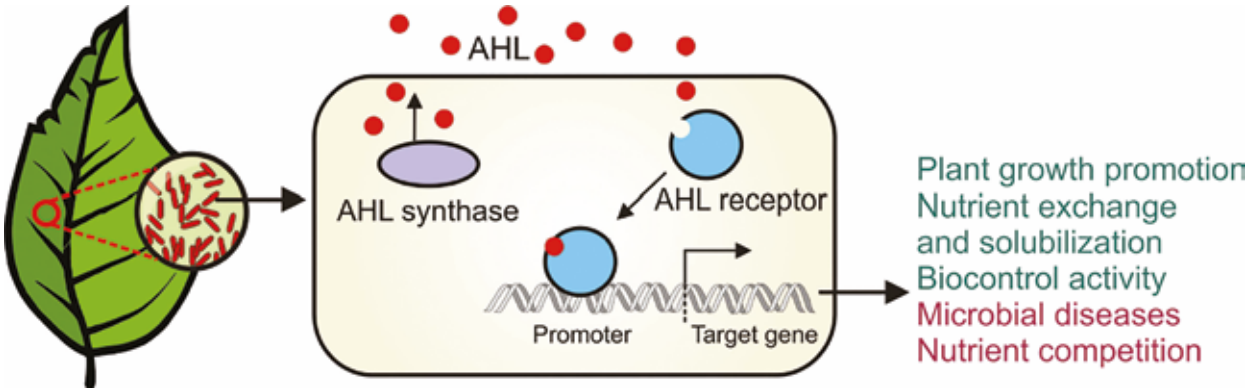
Данная работа посвящена анализу разнообразия и особенностей функционирования QS систем у ассоциированных с растениями микробных сообществ, а также способов ингибирования этого типа регуляции в рамках одной экосистемы. В качестве модели исследования выбрано микробно-растительное сообщество Пальчатокоренника мясокрасного (*Dactylorhiza incarnata)*. Скрининг АГЛ-синтезирующих бактерий, а также продуцентов АГЛ-деградирующих ферментов, в различных экологических нишах растения может предоставить важную информацию для понимания микробно-растительных коммуникаций.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00646. Основные публикации авторов по тематике доклада: Зайцева Ю.В., Попова А.А., Хмель И.А. Регуляция типа *Quorum Sensing* у бактерий семейства *Enterobacteriaceae* // Генетика (2014) 50(4): 373-391.

Возьмите на заметку:

Quorum Sensing (QS) – это механизм межклеточной коммуникации бактерий, который зависит от плотности их популяции.

QS активирует экспрессию сотен бактериальных генов, многие из которых играют важную роль в микробнорастительных взаимодействиях.



Регуляция наночастицами селена активности антиоксидантных систем *Brassica napus* при засолении

Запрудская Е.В., Куделина Т.Н., Молчан О.В.

ГНУ "Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича Национальной академии наук Беларуси", Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-176
E-mail: zaprudskayakatya@mail.ru

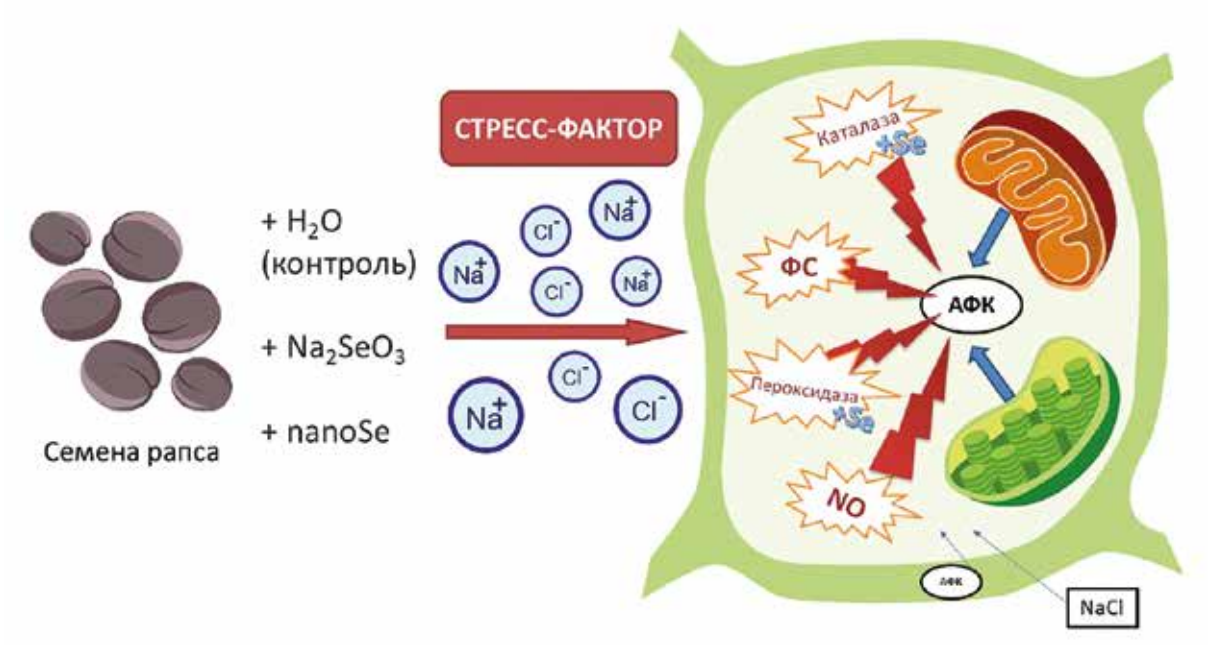
Селен (Se) является важным элементом для функционирования живых организмов, в т.ч. некоторых водорослей, животных и человека. При этом, его участие в процессах роста и развития растений остается практически не изученным. Целью работы была сравнительная оценка воздействия селена (1-100 мкМ) в форме селенита натрия (Na_2SeO_3) и наночастиц (nanoSe) на содержание низкомолекулярных антиоксидантов и активность ферментов (пероксидазы и каталазы) при солевом стрессе. Интерес к использованию nanoSe обусловлен его возможной более высокой эффективностью при активации Se-зависимых ферментов. Различий в эффективности действия Na_2SeO_3 и nanoSe в низких концентрациях на ферментативную активность не отмечено ни в контрольных, ни в стрессовых условиях. Na_2SeO_3 в более высокой концентрации снижал пероксидазную активность при засолении. При использовании nanoSe понижения активности пероксидазы отмечено не было. В то же время, показана стимуляция nanoSe каталазной активности в стрессовых условиях. Также исследованы содержание фенольных соединений и NO. Предполагается, что регуляция nanoSe антиоксидантных систем приводит к формированию механизмов устойчивости растений к солевому стрессу.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Куделина Т.Н. Влияние наночастиц селена на всхожесть семян, дыхание и фотосинтез в семядольных листьях проростков Beta vulgaris / Т.Н. Куделина, О.В. Молчан // IX Международная научная конференция «Регуляция роста, развития и продуктивности растений» г. Минск, Беларусь, 24-26 октября 2018 г. – с.75.

Возьмите на заметку:

Наночастицы селена участвуют в стимуляции активности антиоксидантных систем растения.



Участие этилена в регуляции прогамной фазы оплодотворения

Захарова Е.В.[1], Тимофеева Г.В.[2], Ракитин В.Ю.[2], Ковалева Л.В.[2]

[1]ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", Москва, Россия, [2]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-177
E-mail: zakharova_ekater@mail.ru

В 1901 г. Д. Нелюбов обнаружил влияние этилена на рост растений. В 1934 г. Р. Гейн доказал, что растения способны синтезировать этилен. Как показали наши исследования, этилен включается в регуляцию гаметофитно-спорофитных взаимодействий в ходе развития, прорастания и роста мужского гаметофита петунии, взаимодействуя с другими гормонами (ИУК, АБК и гиббереллинами) на уровне синтеза АЦК. В частности, гибель микроспороцитов у стерильного клона сопровождается 10-кратным повышением уровня этилена, а прорастающая *in vitro* пыльца через 15 мин интенсивно выделяет этилен. Синтез этилена сопровождает и рост пыльцевых трубок (ПТ) в тканях пестика. Рост ПТ после совместимого опыления сопровождается повышенным уровнем содержания АЦК, в то время как рост ПТ после несовместимого опыления - повышением уровня этилена. Этилен вовлечен в генерируемый на рыльце межорганный сигналинг опыления, координирующий развитие завязи и семяпочки. Согласно полученным нами результатам, этилен принимает участие в механизме гаметофитной самонесовместимости РНКазного типа.

Грант РФФИ № 17-04-00153

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kovaleva L., Zakharova E. Hormonal status of the pollen-pistil system at the progamic phase of fertilization after compatible and incompatible pollination in Petunia hybrida L. // Sex. Plant Reprod. 2003. V. 16. P. 191-196.

Kovaleva L.V., Dobrovolskaya A., Voronkov A., Rakitin V. Ethylene Is Involved in the Control of Male Gametophyte Development and Germination in Petunia // J. Plant Growth Regul. 2011. V. 30. P. 64 - 73.

Качественный состав активных форм кислорода, генерируемых при засолении, и оценка влияния повышенных уровней NaCl на стабильность ДНК в клетках *Physcomitrella patens*

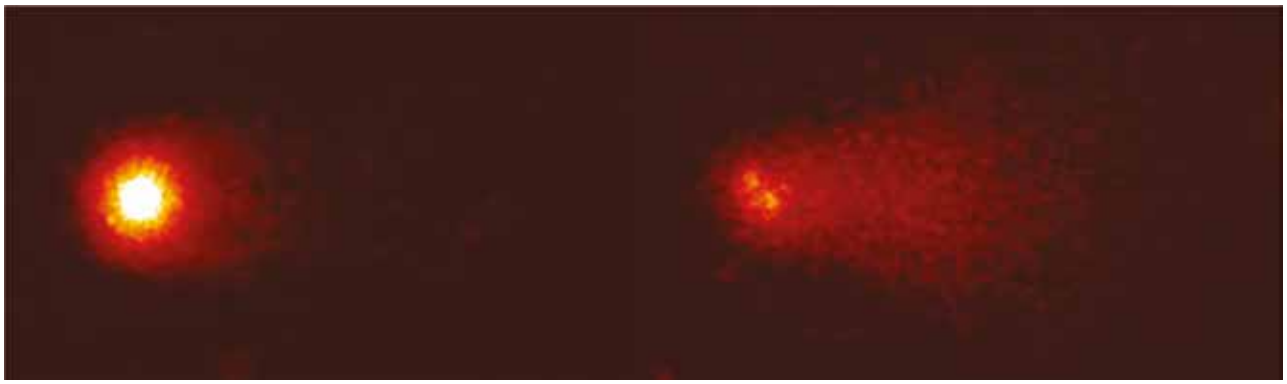
Звонарёв С.Н.[1], Мацкевич В.С.[1], Ангелис К.[2], Демидчик В.В.[1]

[1]Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
[2]Институт экспериментальной ботаники академии наук Чехии, Прага, Чехия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-178
E-mail: demidchik@bsu.by

Одной из реакций растительной клетки на засоление является генерация активных форм кислорода (АФК), которая может являться причиной индукции запрограммированных процессов деградации клеточного содержимого, включая ДНК. В настоящей работе с использованием модельной системы для анализа синтеза АФК и деструкции ДНК – протонемы *Physcomitrella patens*, был исследован качественный состав АФК, генерируемых при засолении, и проведена оценка происходящих при этом «программируемых» (двойных) и «генотоксических» (одиночных) разрывов ДНК. Было показано, что доминирующей АФК при воздействии NaCl является супероксидный анионный радикал, также в значительных количествах синтезируются гидроксильные радикалы, и в меньшей степени, H_2O_2. Тесты на базе техники COMET показали, что обработка 100-500 мМ NaCl вызывает значительное увеличение как дву-, так и одноцепочечных разрывов ДНК. Тушители гидроксильных радикалов, такие как тиомочевина или диметилсульфоксид, ингибировали образование разрывов ДНК в ответ на NaCl. Таким образом, NaCl неожиданно индуцировал как «программируемые», так и «генотоксические» повреждения ДНК в гидроксил-зависимой манере.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Звонарёв С.Н., Демидчмик В.В. Physcomitrella patens как модельный организм в экспериментальной биологии растений // БГУ. Биология (2019) 2. С. 39-47.



Биоаккумуляция химических элементов клетками цианобактерий в естественных условиях гидротерм Камчатки

Зеленков В.Н.[1], Марков М.В.[2], Потапов В.В.[3]

[1]ФГБНУ "Научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений", Москва, Россия,
[2]Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия,
[3]ФГБНУ Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-179
E-mail: zelenkov-raen@mail.ru

Целенаправленные исследования методом атомно-эмиссионного спектрального анализа состава образцов, собранных в четырех экспедициях (2002-2005 гг) в различных районах Камчатки позволили выявить закономерности концентрирования химических элементов цианобактериями в естественной среде их обитания. Установлено, что для цианобактерий характерна биоаккумуляция химических элементов превышающих их содержание в водной среде обитания в 10 и более раз. Выявлено, что для Co, Cr и B концентрирование элементов цианобактериями может составлять более 100 крат, для Mo, Ni, Pb - более 1000 крат, для P, Mg, V, Cu, Si, Ca, Ba – более 10 000 крат, для Mn – более 50 000 крат и для Ti, Fe, Al – более 100 000 крат. Особую роль авторы отводят гиперконцентрированию кремния, а именно, нанокремнезему, образующемуся в результате поликонденсации ортокремниевой кислоты во внутриклеточной среде. Изучение образования устойчивых золей гидротермального нанокремнезема внутри клеток цианобактерий ведет к пониманию физиологии их существования при высоких температурах и открывает перспективы нового направления в бионанотехнологии - создание биогенных кремнийсодержащих наноструктурных материалов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Потапов В.В., Зеленков В.Н. и др. Получение материалов на основе нанодисперсного кремнезема гидротермальных растворов - М.: РАЕН, 2010. 296 с.

Зеленков В.Н. и др. Гиперконцентриование химических элементов растениями и цианобактериями на гидротермальных площадках Камчатки // Вестник РАЕН., 2014, №6, С.67-75.

Возьмите на заметку:

Физико-химическая основа наблюдаемого явления гиперконцентрирования кремния цианобактериями при сохранении жизнеспособности –образование устойчивых водных золей нанокремнезема во внутриклеточной среде

Зависимость энергии прорастания семян сахарной свеклы от способов возделывания и географических зон произрастания

Землянухина О.А.[1], Вепринцев В.Н.[1], Васильченко Е.Н.[2], Черкасова Н.Н.[2], Жужжалова Т.П.[2], Калаев В.Н.[3]

[1]Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I, Воронеж, Россия,
[2]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им.А.Л.Мазлумова», Рамонь, Россия,
[3]ФГБО ВПО "Воронежский государственный университет", Воронеж, Рамонь, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-180
E-mail: oz54@mail.ru

Изучение соотношения количества фитина к неорганическому фосфору в семенах, прямо влияющего на энергию прорастания и накопления биомассы, является весьма актуальным. Проведен анализ семян сахарной свеклы урожайно-сахаристого гибрида РМС-120 (Рамонь), выращенных в различных зонах: Астраханская область (высадочный способ семеноводства, использование культуры штеклингов, поливное земледелие), Северо-Кавказский регион (безвысадочный способ семеноводства), Северная Италия (пересадочный способ семеноводства, штеклинги), Воронежская область (традиционный высадочный способ). В процессе работы была модифицирована методика определения содержания фитина: использован второй из двух пиков максимума поглощения фитина 337 нм с большей специфичностью для тиоцианата. Для построения калибровочной кривой брали 5 повторностей; с уменьшением концентрации фитина ниже 200 мкг их число увеличивали до 8-10. Наибольшая энергия прорастания показана для семян Италии. Семена из ЦЧР обладали минимальной энергией, что объясняется традиционным высадочным способом семеноводства и недостаточностью влаги в вегетационный период. В условиях Воронежа необходима организация поливных участков и использование штеклингов.

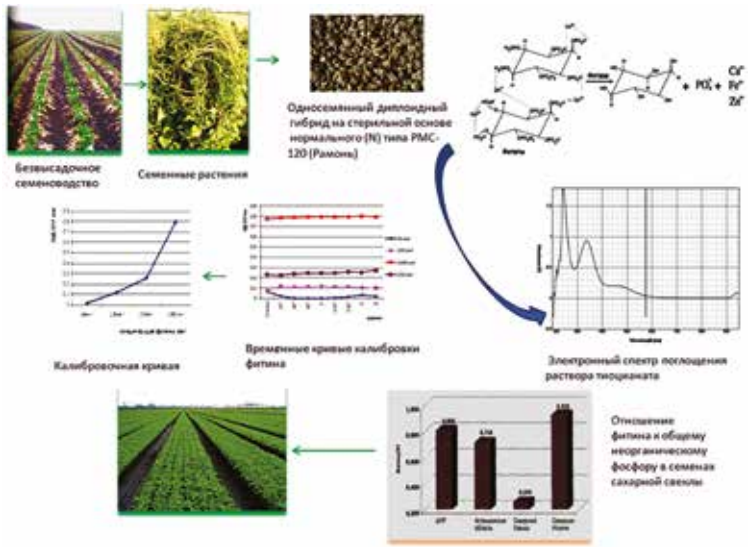
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Бартенев И.И., Путилина Л.Н., Борзенков С.П., Ошевнев В.П., Грибанова Н.П., Землянухина О.А. Перспективы развития отечественного семеноводства сахарной свеклы // Селекция, семеноводство и генетика (2015) 4: 45-49.

Землянухина О.А., Вепринцев В.Н., Калаев В.Н., Аль-Хачами Ф.Р.Х., Калаева Е.А., Славский В.А. Модификация метода Вэйда для количественного определения содержания фитина в эндосперме ореха // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация (2018) 3: 163-169.

Возьмите на заметку:

Применена модифицированная нами методика определения содержания фитина: использован второй из двух пиков максимума поглощения фитина 337 нм с большей специфичностью для тиоцианата.



ABA content and transcript levels of the main ABA metabolism genes in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings under water deficit

Zlobin I.E.[1], Vankova R.[2], Pashkovskiy P.P.[1], Dobrev P.[2], Ivanov Yu.V.[1], Kartashov A.V.[1], Kuznetsov Vl.V.[1]

[1]Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия,
[2]Institute of Experimental Botany, the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-181
E-mail: ilya.zlobin.90@mail.ru

ABA is a key phytohormone regulating plant responses to water deficiency. The role of ABA in the development of the drought tolerance of conifers is practically not investigated. The content of ABA (and its catabolites) and transcripts of the main genes for ABA metabolism in the roots and needles of seedlings of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* under polyethylene glycol-induced water deficiency (-0.15 and -0.5 MPa) for 10 days was investigated. ABA showed more pronounced stress-dependent dynamics in pine roots than in spruce roots, whereas in needles, the response was greater for spruce than pine. The ABA increase during drought was mainly due to de novo synthesis. The ABAglucosyl ester did not serve as a reserve for the release of free ABA under stress. The ABA content in the seedlings of both species was not directly linked to the transcript levels of the ABA biosynthetic genes. Less-pronounced stressinduced changes in ABA in pine needles than in spruce needles may be related to pine seedling having a less conservative strategy of growth and maintenance of water balance under water deficit.

This work was supported by the Russian Science Foundation (project No. 16-14-10224).

Протеинкиназы у цианобактерий

Зорина А.А.

ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-182
E-mail: tarlonc@yandex.ru

Протеинкиназы - важные игроки в процессе как восприятия, так и передачи внешних и внутренних стимулов. Это утверждение справедливо не только для эукариот, но и для прокариотичеких организмов. Одноклеточная неазотфиксирующая цианобактерия *Synechocystis,* модельный объект для исследования самых разнообразных процессов, содержит в геноме 12 последовательностей, кодирующих серин-треониновые протеинкиназы (СТПК). Такое количество генов ставит вопрос о функциональности этих белков. Отсутствие же, в большинстве случаев, явных фенотипических изменений у мутантов по этим генам существенно затрудняет поиск ответов.

Применение широкого спектра методов позволяет приблизиться к пониманию роли данной группы белков в клетке. Так было показано, что протеинкиназы SpkC, SpkF, SpkK задействованы в ответе на тепловой стресс, SpkE является дополнительным регулятором для группы холодо-индуцируемых генов, а протеинкиназа, по всей видимости, SpkH задействована в метаболизме азота.

Волокна – «мышцы» растений?

Ибрагимова Н.Н.[1], Агеева М.В.[1], Мокшина Н.Е.[1], Горшков О.В.[1], Пожванов Г.А.[2], Горшкова Т.А.[1]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань,Россия,
[2]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербуг, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-183
E-mail: nibra@yandex.ru

Предполагается, что волокна флоэмы льна действуют как конститутивно сформированные «мышцы», участвующие в поддерживании вертикального положения. Специфические механические свойства льняных волокон и подобных волокон других видов растений обеспечиваются, в том числе, и развитием третичной клеточной стенки. Работа волокон флоэмы становится особенно выраженной при восстановлении вертикального положения стебля, если оно было нарушено. Гравистимуляция растений льна вызывает значительную модификацию волокон флоэмы на верхней (тянущей) стороне стебля: диаметр просвета увеличивается, а толщина клеточной стенки уменьшается. Транскриптомный анализ волокна гравистимулированных растений выявил изменения в пуле мРНК, специфичные только для волокон, расположенных на тянущей стороне стебля: соответствующие гены были связаны с ремоделированием клеточной стенки, а также с увеличением содержания осмолитов (главным образом калия и малата) и γ-аминомасляной кислоты, которая, возможно, вовлечена в сигнализацию необходимых событий. Предлагаются молекулярные игроки, принимающие участие в реориентации стебля в пространстве.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №19-04-01077.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ibragimova N.N. et. al., Development of gravitropic response: unusual behavior of flax phloem G-fibers // Protoplasma (2017) 254:749–762. DOI:10.1007/s00709-016-0985-8 Ageeva M.V., Gorshkova T.A.

Mokshina N.E. et al. Screenplay of flax phloem fiber behavior during gravitropic reaction // Plant Signaling & Behavior (2018) V 13 Issue 6. doi.org/10.1080/15592324.2018.1486144 Gorshkov O.V., Ibragimova N.N., Pozhvanov G.A., Gorshkova T.A.

Возьмите на заметку:

Гравистимуляция растений льна вызывает значительную модификацию волокон флоэмы на тянущей стороне стебля, где наблюдалась экспрессия генов, связанных с ремоделированием клеточной стенки, увеличением содержания осмолитов и γ-амино-масляной кислоты.

Кооперация углеродного и азотного метаболизма на ранних стадиях онтогенеза растений пшеницы

Иванов А.А., Кособрюхов А.А.

ФГБУН "Институт фундаментальных проблем биологии РАН", Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-184
E-mail: demfarm@mail.ru

В растении существует тесная взаимосвязь между C и N метаболизмом. CO_2 и NO^-_2 выступают в качестве конечных акцепторов электронов ФСI. В нормальных условиях поток электронов равномерно распределяется между этими двумя акцепторами. Однако при низкой концентрации CO_2 возможно перераспределение потока электронов в сторону NO^-_2 акцептора. Дефицит CO_2 приводил к снижению скорости фотосинтетического выделения O_2 при использовании CO_2 в качестве конечного акцептора электронов. Происходило снижение скорости нециклического электронного транспорта, эффективного и максимального квантового выхода первичной фотохимической реакции в ФСII на свету, а также коэффициентов фотохимического тушения флуоресценции на свету. Повышались квантовый выход нефотохимического тушения флуоресценции на свету и в темноте, а также коэффициент фотохимического тушения флуоресценции. Напротив, при использовании NO^-_2 в качестве акцептора электронов, фотосинтетические параметры при анализе световых кривых выделения O_2 менялись незначительно. Одновременно происходило увеличение активности глутамин-синтетазы и других ферментов N-метаболизма. Сделан вывод об изменении C/N баланса растения в условиях дефицита CO_2 .

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Иванов А.А. Фотосинтез и азотный метаболизм в листьях пшеницы при низкой концентрации CO_2 в атмосфере // Ученые записки Петрозаводского Государственного Университета (2017) 4(165): 110-117

Ivanov A.A., Kosobryukhov A.A. Cooperation of Photosynthetic and Nitrogen Metabolism. In: Complex biological systems: adaptation and tolerance to extreme environments. Edited by Fomina I.R., Biel K.Y., Soukhovolsky V.G. (eds) Scrivener Publishing, Wiley, USA (2018) pp. 329-438.

Возьмите на заметку:

При стрессе нарушается баланс C/N-метаболизма в сторону накопления избыточных количеств N-содержащих веществ. Для восстановления дисбаланса часть N-веществ может быть переведена в форму метаболически малоактивных соединений, например, пролина.

Клеточные механизмы роста корня

Иванов В.Б., Жуковская Н.В., Быстрова Е.И.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-185
E-mail: ivanov_vb@mail.ru

Корень растет за счет образования новых клеток в меристеме и роста их растяжением. До сих показатели, характеризующие эти процесс, были изучены в корнях всего нескольких видов. В докладе обобщены наши данные для более чем 190 видов. Показано, как зависит длительность митотических циклов (Т) от гаплоидного содержания ДНК, и как Т отличается в корнях видов из разных семейств. Установлены корреляции между различными величинами, характеризующими рост и деление клеток. У разных видов длина меристемы равна двум диаметрам корня. Она определяется числом делений в поперечном и радиальном направлениях в самом начале меристемы, где происходят эти деления. При 22-24ºС Т в корнях большинства видов составляет 8 - 15 ч (n=159) и только у лилиоидных однодольных значительно больше до 150 ч (n=32). Скорость роста корня определяется числом клеток в меристеме, Т и длиной закончивших рост клеток. Она не зависит от относительной скорости растяжения. В докладе будет проанализировано, как зависит скорость пролиферации и время жизни клеток в меристеме и роста их растяжением. Работа частично поддержана Грантом РФФИ № 18-04-009918а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Zhukovskaya N.V. et al. Global analysis of an exponential model of cell proliferation for estimation of cell cycle duration in the root apical meristem of angiosperms // Annals of Botany (2018) 122(5): 811-822. doi.org/10.1093/aob/mcx216

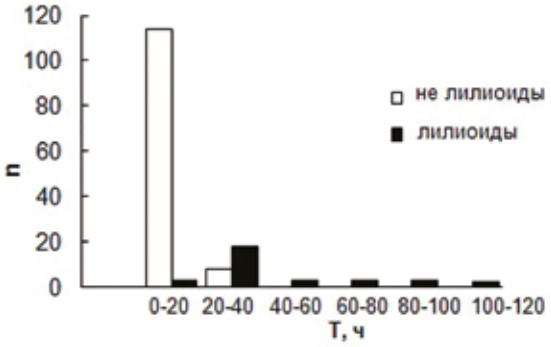
Ivanov V. B., Filin A.N. Cytokinins regulate root growth through its action on meristematic cell proliferation but not on the transition to differentiation // Functional Plant Biology (2017) 45(2): 215-222. doi.org/10.1071/fp16340

Возьмите на заметку:

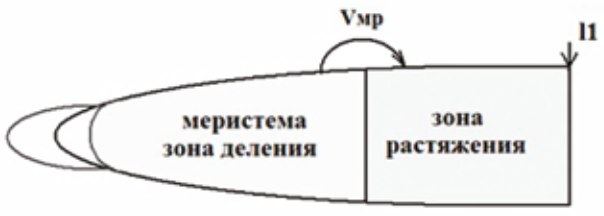
Изучены рост и деление клеток в корнях 152 видов.

Обычно, кроме лилиоидов, клетки делятся каждые 10-15ч.

Различия скоростей роста корней разных видов определяются не разной длительностью циклов, а механизмами, контролирующими размер меристемы.



Распределение числа видов (n) по длительности митотического цикла (Т), полученного методом RCP, у лилиоидов (32 вида) и не лилиоидов (122 вида)



1) Т – длительность митотического цикла (10 – 15 ч)
2) Тж – время жизни клеток в меристеме (2-3 суток)
3) р – число делений клеток в меристеме (4 – 6)
4) Vмр – скорость перехода клеток к растяжению (1-2/час)
5) l1 – длина закончивших рост клеток (50 – 250 мкм)

Влияние осмотического стресса на содержание абсцизовой кислоты и ауксинов в клетках зачатков боковых корней ячменя

Иванов Р.С.[1], Ахиярова Г.Р.[1], Веселов Д.С.[1], Веселов С.Ю.[2], Кудоярова Г.Р.[1]

[1]Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия,
[2]ФГБО ВПО "Башкирский государственный университет", Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-186
E-mail: ivanovirs@mail.ru

Координация роста и развития корневой системы в зависимости от условий окружающей среды осуществляется гормонами. Ауксин контролирует инициацию боковых корней. Абсцизовая кислота (АБК), концентрация которой возрастает при дефиците воды в растениях, однако ее роль в регуляции образования боковых корней не вполне ясна. Мы провели сравнительное исследование уровня АБК и ауксинов (ИУК) в клетках примордий дефицитного по АБК мутанта ячменя AZ34 и его родительского генотипа Steptoe в нормальных условиях и в условиях осмотического стресса. Накопление АБК под влиянием осмотически активного полиэтиленгликоля (ПЭГ) у Steptoe, сопровождалось пониженным содержанием ИУК, в то время как у AZ34, при отсутствии повышения содержания АБК на фоне ПЭГ, окрашивание на ИУК не изменилось. Снижение количества боковых корней под влиянием ПЭГ у Steptoe сопровождалось повышением количества примордий, что свидетельствует о подавлении превращения зачатков боковых корней в сформированные корни. Этой зависимости не было у AZ34. Таким образом, накопление АБК в некоторых частях растения может предотвращать накопление ИУК. Работа выполнена при частичной поддержке грантом РФФИ № 17-04-01477.

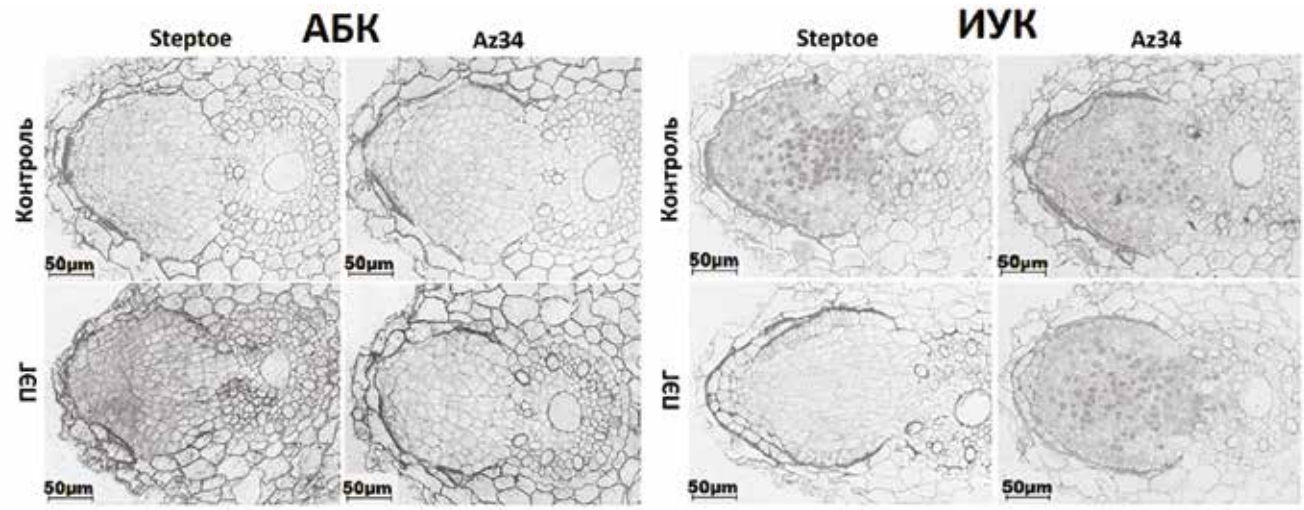
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ахиярова Г.Р. и др. Влияние абсцизовой кислоты на содержание ауксинов и рост боковых корней у растений ячменя // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук (2018) 3-1: 29-35. doi:10.31040/2222-8349-2018-1-3-29-35.

Кудоярова Г.Р. и др. Водный обмен и рост исходных и дефицитных по АБК мутантных растений ячменя при повышении температуры воздуха // Физиология растений (2014) 61, 2: 207–213. doi:10.7868/S0015330314020079.

Возьмите на заметку:

Накопление АБК в клетках зачатков боковых корней в условиях осмотического стресса у ячменя сопровождалось пониженным содержанием ИУК, а у мутантов по АБК, у которых не было повышения содержания АБК на фоне стресса, содержание ИУК не изменилось.



Изучение параметров флуоресценции хлорофилла хвойных в условиях вегетации

Иванова М.В., Суворова Г.Г.

ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-187
E-mail: omaria-84@yandex.ru

Для оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата *Pinus sylvestris, Picea obovata, Larix gmelinii* и *Larix sibirica* было проведено комплексное исследование первичных реакций фотосинтеза в течение вегетации методом индукции флуоресценции хлорофилла. Максимальные значения ETR отмечались у *P. sylvestris* в начале и середине вегетации, у *P. obovata* в середине вегетации. У обоих видов *Larix* значения ETR достоверно не различались. Динамика Fv/Fm у всех видов была схожая, с максимумами в летний период. Динамика Y *P. obovata* и *P. sylvestris* была куполообразной с максимальными значениями летом, в то время как для обоих видов *Larix* динамика Y не имела статистически достоверных различий на всем протяжении вегетации. Динамика NPQ у P. sylvestris, *P. obovata* и *L. gmelinii* была схожей, с максимальными значениями в середине вегетации. У *L. sibirica* динамика NPQ характеризовалась постепенным снижением значений к концу вегетации. При сопоставлении динамики содержания Хл. *a*, Хл. *b* и хлорофиллов в ССК с динамикой основных параметров флуоресценции хлорофилла был выявлен ряд принципиальных особенностей, характеризующих различные стратегии ФСА изучаемых видов хвойных в природных условиях.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Korotaeva N, Romanenko A. Seasonal changes in the content of dehydrins in mesophyll cells of common pine needles // Photosynth. Res. 2015. 124:159–169. DOI 10.1007/s11120-015-0112-2

Иванова М.В., Макаренко С.П. Жирнокислотный состав суммарных липидов хвои Picea obovata в весенний период вегетации // Сибирский экологический журнал. 2(2018) 239-247. DOI: 10.15372/SEJ20180208

Возьмите на заметку:

Представленные результаты дают комплексную характеристику изменений состояния фотосинтетического аппарата четырех основных видов хвойных в условиях вегетации юга Восточной Сибири.

Перспективы использования природных экстрактов *Lárix dahúrica* для повышения урожайности сои

Иваченко Л.Е.[1,2], Кузнецова В.А.[2,3]

[1]ФГБОУ ВО "Благовещенский государственный педагогический университет", Благовещенск, Россия,
[2]ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сои", Благовещенск, Россия,
[3]АО "Аметис", Благовещенск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-188
E-mail: ivachenko-rog@yandex.ru

Биологическая фиксации азота клубеньковыми бактериями сои представляет собой единственную альтернативу химическому производству связанного азота в виде азотных удобрений – дорогостоящих и экологически небезопасных продуктов. В Амурской области из *Larix dahurica* получают лиственничное масло, полисахарид арабиногалактан, флавоноид дигидрокверцетин (ДГК), обладающие антиоксидантным действием. Соя также содержит изофлавоны. Они участвуют в развитии клубеньков сои. Многие ферменты функционируют в виде множественных форм. По их изменению можно глубже понять функционирование биологических систем в ответ на воздействия факторов среды. Удельную активность ферментов сои определяли спектрофотометрическим методом, белок – Лоури, множественные формы – электрофорезом. Предпосевная обработка семян сои дигидрокверцетином приводила к изменению активности и появлению новых множественных форм оксидоредуктаз и гидролаз, улучшила хозяйственно ценные показатели сои и повысила ее урожайность в сложных агроклиматических условиях. Показано, что новые препараты регуляторы роста растений с действующим веществом ДГК и водорастворимым концентратом лиственничной смолы обладали фунгицидными свойствами.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ivachenko L.E. et al. Occurrence of multiple forms of enzymes of cultivated soybean (Glycine max (L.) Merrill, 1917) and wild-growing soybean (Glycine soja Siebold & Zucc., 1845) // Der Pharma Chemica, (2015), 7(10):415-426.

Кузнецова В.А., Михайлова М.П., Иваченко Л.Е. Участие дигидрокверцетина в формировании устойчивости семян сои к воздействию солей тяжелых металлов // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки.– 157(1), 2015: 69-74.

Возьмите на заметку:

1. Препараты на основе дигидрокверцетина, являются регуляторами роста, антиоксидантами и фунгицидами.

2. Предпосевная обработка семян сои недорогими препаратами, полученными из лиственницы, в условиях импортозамещения повышает урожайность сои.

Экзогенный метилжасмонат повышает устойчивость *Triticum aestivum* L. к низкой температуре через регуляцию активности антиоксидантных ферментов

Игнатенко А.А., Репкина Н.С., Холопцева Е.С., Таланова В.В.

Институт биологии – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», Петрозаводск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-189

E-mail: angelina911@ya.ru

В последние годы получены сведения об участии жасмонатов в ответных реакциях растений на действие абиотических факторов, в том числе низких температур. В связи с этим исследовали влияние метилжасмоната (МЖ) на активность антиоксидантных ферментов в листьях пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при действии низкой температуры 4°С. Установлено, что МЖ (1 мкМ) уже в оптимальных температурных условиях (22°С) способствует повышению холодоустойчивости T. *aestivum*, что, по-видимому, связано с тем, что в листьях обработанных проростков обнаруживается более высокая антиоксидантная активность. В дальнейшем в течение всего периода действия низкой температуры (4°С) под влиянием МЖ поддерживается повышенная (по сравнению с контролем) активность супероксиддисмутазы, каталазы, гваякол-зависимой пероксидазы и увеличивается содержание мРНК кодирующих их генов (*FeSOD, MnSOD* и *CAT*). Это, в свою очередь, способствует снижению уровня окислительного стресса, увеличению интенсивности фотосинтеза и формированию повышенной холодоустойчивости растений. Исследования выполнены на оборудовании ЦКП ФИЦ «КарНЦ РАН» в рамках ГЗ по теме № 0221-2017-0051.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Таланова В.В., Титов А.Ф., Репкина Н.С., Игнатенко А.А. Влияние метилжасмоната на экспрессию генов WCS и активность антиоксидантных ферментов при холодовой адаптации пшеницы // Доклады РАН (2018) 482 (1): 101–104. Doi: 10.31857/S086956520003145-2.

2. Repkina N., Ignatenko A., Talanova V. Effect of exogenous methyl jasmonate on cold tolerance of wheat // SEB's Annual Meeting (Florence, July 3–6, 2018). Book of Abstracts. Florence, Italy, 2018. P. 228.

Возьмите на заметку:

1. Метилжасмонат повышает устойчивость пшеницы в условиях действия низкой температуры.
2. Положительное влияние метилжасмоната на холодоустойчивость пшеницы обусловлено активизацией работы антиоксидантной системы в низкотемпературных условиях.

Карбоангидразы хлоропластов высших С3 растений и их участие в фотосинтезе

Игнатова Л.К., Журикова Е.М., Руденко Н.Н., Федорчук Т.П., Иванов Б.Н.

Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН (ИФПБ РАН), Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-190
E-mail: lkign@rambler.ru

Карбоангидраза (КА) – фермент, ускоряющий обратимую гидратацию CO_2 с образованием бикарбоната и протона. Установлены гены, кодирующие три КА в хлоропластах высшего С3 растения *Arabidopsis thaliana,* две в строме и одна в тилакоидных мембранах. При этом, экспериментальные факты свидетельствуют о наличии трех носителей КА активности в тилакоидных мембранах, двух в фотосистеме II и одной в фотосистеме I. Кроме того, в тилакоидном люмене обнаружена растворимая КА. В последние годы активно изучается роль хлоропластных КА в фотосинтезе, и благодаря нокаутным мутантам по генам, кодирующим стромальные и тилакоидные КА, был достигнут значительный прогресс в ее понимании. Оценка показателей фотосинтеза методами флуориметрии в разном временном диапазоне (OJIP кинетики, развитие и релаксация нефотохимического тушения) в условиях действия стрессовых факторов (интенсивность света, концентрация CO_2) позволили нам установить этапы фотосинтеза, в которых участвуют хлоропластные КА, и выдвинуть предположения об их координирующей роли в сопряжении световой (энергетической) и темновой (биохимической) стадий фотосинтеза. Работа поддержана грантами РНФ № 17-14-01371 и РФФИ мол-а № 18-34-00978.

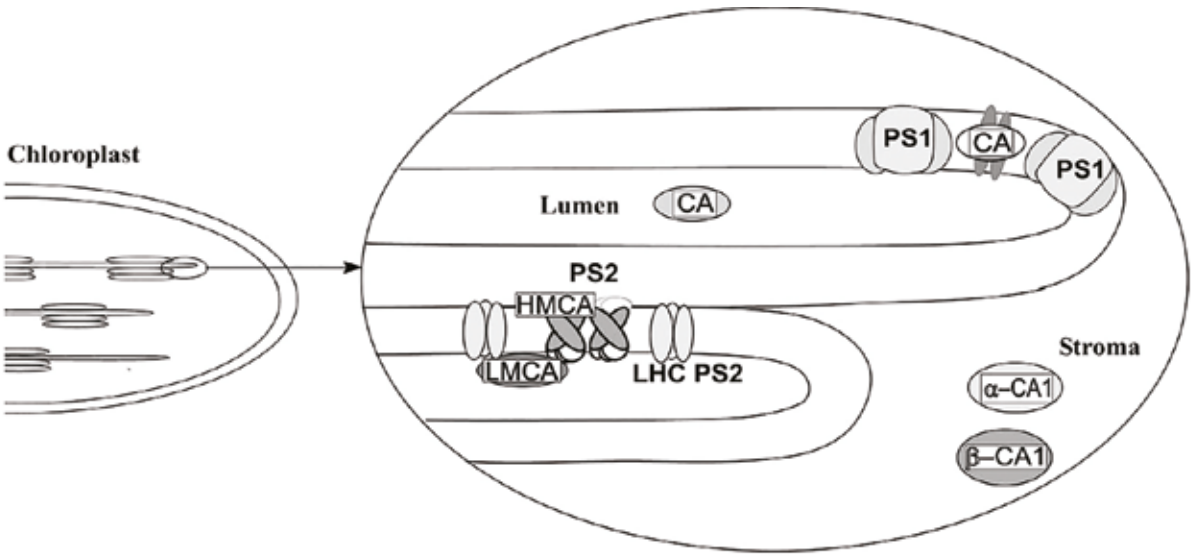
Основные публикации авторов по тематике доклада:

I*gnatova L.K. and Ivanov B.N. (2016) Carbonic anhydrases of higher plant thylakoids and their participation in photosynthesis. In: Handbook of Photosynthesis, ed M Pessarakli, 193-200.*

Ignatova L., Zhurikova E., Ivanov B. (2019) The presence of the low molecular mass carbonic anhydrase in photosystem II of C3 higher plants. J. Plant Plysiol. 232, 94-99.

Возьмите на заметку:

Представлены данные о шести растворимых и мембраносвязанных карбоангидразах хлоропластов, их свойствах, местонахождении и участии в фотосинтезе.



Молекулярно-генетическая идентификация симбиотических бактерий лишайников

Игнатьев Ю.В., Горина С.С., Даминова А.Г., Минибаева Ф.В.

Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-191
E-mail: ignatievy.v@gmail.com

Лишайник классически рассматривался как симбиотическая система микобионта и фотобионта. Однако в последнее время накапливается все больше сведений о существовании и важной роли симбиотических бактерий, обитающих в талломе лишайника. Лишайники могут переживать тяжелые стрессовые условия, тем самым создавая особенную нишу для микроорганизмов. Нами были идентифицированы бактерии-эндосимбионты в пяти видах лишайников: *Leptogium furfuraceum, Lobaria retigera, Sticta limbata, Lobaria pulmonaria* и *Parmelia perlata*. Идентификация осуществлялась посредством культивирования микроорганизмов и секвенирования генаих 16sрРНК. Филогенетический анализ секвенированных последовательностей показал, что среди идентифицированных бактерий преимущественно встречались представители типа *Firmicutes*, а именно представители родов *Paenibacillus* и *Bacillus*. Известно, что данные бактерии могут быть антагонистами патогенным микроорганизмам, синтезировать фитогормоны, осуществлять азотфиксацию. Анализ данных свойств у полученных бактериальных культур позволит оценить вклад данных микроорганизмов в жизнедеятельность симбиотической системы лишайника.

Работа осуществлена при поддержке гранта РНФ № 18-14-00198.

Возьмите на заметку:

Бактерии лишайников могут играть важную роль в функционировании данной симбиотической системы. Нами были идентифицированы культивируемые эндосимбионты пяти видов лишайников. Анализ свойств данных бактерий позволит оценить их вклад в симбиоз.

Влияние содержания шунгита в почве на основные физиологические процессы растений

Икконен Е.Н.[1], Сидорова В.А.[1], Чаженгина С. Ю.[2], Шибаева Т.Г.[1], Юркевич М.Г.[1]

[1]ФГБУН "Институт биологии Карельского научного центра РАН",Петрозаводск,Россия,
[2]ФГБУН "Институт геологии Карельского научного центра РАН", Петрозаводск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-192
E-mail: likkonen@gmail.com

На примере томата и лука изучали физиологические реакции растений на внесение в почву шунгита – горной породы, в состав которой входит углерод с уникальной фуллереноподобной структурой. Предпосевное замачивание семян томата в вытяжке из шунгита повышало устойчивость ФСА растений к холоду, а внесение шунгита в невысоких концентрациях (5, 10 г/кг) в почву снижало процент гибели растений лука, стимулировало ростовые процессы, скорость фотосинтеза и дыхания, способствовало сбалансированности данных процессов, увеличивало эффективность использования растениями воды и света на фотосинтез в условиях недостатка воды в почве (30%). Высокие концентрации шунгита в почве (20 г/кг) частично ингибировали фотосинтез, снижали величину квантового выхода фотосинтеза, усиливали степень ингибирования светом митохондриального дыхания. С повышением содержания шунгита в почве температурная чувствительность цитохромного и альтернативного путей дыхания увеличивалась при недостатке воды в почве и снижалась при оптимальной влажности (80%). Таким образом, оптимальное содержание шунгита в почве может способствовать повышению устойчивости растений к холоду и недостатку воды в почве.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сидорова В.А., Юркевич М.Г. Запасы и профильное распределение биофильных элементов в естественных и антропогенно-трансформированных почвах Заонежья // Агрофизика. 2018. № 4. С. 50-58. doi:10.25695/AGRPH.2018.04.08

Икконен Е.Н. и др. Оценка физиологического отклика Allium cepa L. на содержание шунгита в почве // Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды. Иркутск. С. 389-391. doi:10.31255/978-5-94797-319-8-389-391

Возьмите на заметку:

Содержание в почве шунгита - распространенной в Карелии горной породы, в состав которой входит углерод с уникальной фуллереноподобной структурой, может способствовать повышению устойчивости растений к холоду и недостатку воды в почве.

Экзополисахариды фитопатогена *Pectobacterium atrosepticum*: молекулярная структура, локализация *in planta*, роль во взаимодействии с растением-хозяином

Исламов Б.Р.[1], Горшков В.Ю.[1,2], Петрова О.Е.[1], Микшина П.В.[1], Бурыгин Г.Л.[3], Воробьев В.Н.[1,2], Мандрик К.А.[2], Гоголев Ю.В. [1,2]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[2]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,
[3]ФГБУН "Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН", Саратов, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-193
E-mail: bah-islam80@mail.ru

Образование «многоклеточных» структур из бактериальных клеток обеспечивается внеклеточным матриксом, основным компонентом которого являются экзополисахариды (ЭПС). При колонизации сосудов ксилемы фитопатогенные пектобактерии образуют «многоклеточные» структуры – бактериальные эмболы; но ЭПС у этих бактерий не были идентифицированы. Нами с помощью ЯМР впервые выявлены ЭПС пектобактерий и определена их молекулярная структура. Регулярное звено ЭПС представляет собой пентасахарид, остов которого построен из остатков галактозы, маннозы и рамнозы. К остатку маннозы остова присоединена боковая цепь, включающая галактозу и 10-и-углеродный разветвленный моносахарид эрвиниозу. На ЭПС пектобактерий получены поликлональные антитела, с помощью которых показано, что эти полимеры входят в состав матрикса образующихся в инфицированных растениях бактериальных эмболов. Выясняя, какие функции выполняют ЭПС пектобактерий, мы обнаружили, что эти полимеры изменяют реологические свойства водных растворов, что может увеличить эффективность колонизации сосудов. Кроме того, ЭПС обеспечивают защиту клеток пектобактерий от действия АФК, уровень которых повышается при формировании эмболов в сосудах ксилемы.

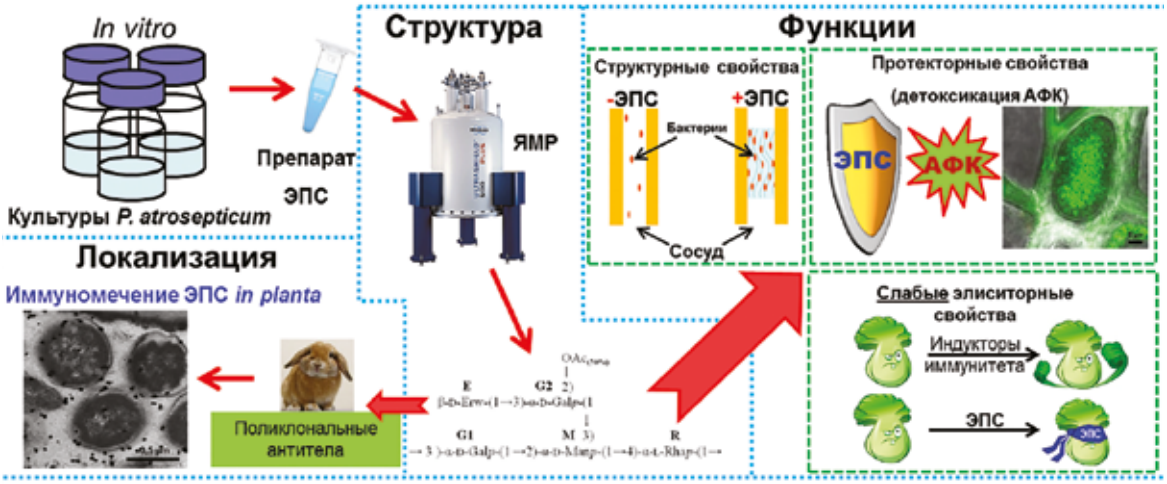
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gorshkov V. et al. Pectobacterium atrosepticum exopolysaccharides: identification, molecular structure, formation under stress and in planta conditions //Glycobiology (2017) 27: 1016-1026. doi: 10.1093/glycob/cwx069

Возьмите на заметку:

При колонизации сосудов и формировании бактериальных эмболов в инфицированных растениях пектобактерии синтезируют экзополисахариды.

Экзополисахариды пектобактерий увеличивают вязкость растворов и обеспечивают детоксикацию АФК.



Выявление и анализ продуктов метаболизма абсцизовой кислоты ризосферным штаммом *Novosphingobium sp.* P6W

Исмаилов Т.Т.[1], Коннова Т.А.[1], Ермеккалиев Т.С.[2], Дмитриева С.А.[1], Гоголева Н.Е.[1], Гоголев Ю.В.[1]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН,Казань,Россия, [2]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-194

E-mail: ismailovtt91@gmail.com

Рост-стимулирующие ризосферные бактерии (plant-growth-promoting rhizobacteria, PGPR) могут влиять на рост растений благодаря продукции или утилизации фитогормонов. Эти процессы хорошо изучены в отношении ауксинов, в то время как о микробном метаболизме других фитогормонов имеется мало сведений. В работе представлен анализ метаболитов ризосферного штамма *Novosphingobium* sp. P6W при росте на среде, содержащей меченную тритием и дейтерием АБК в качестве источника углерода. Использование радиоактивной метки дало возможность выявить включение метаболитов АБК в клетки бактерий. Кроме того, удалось зафиксировать появление новых соединений в культуральной жидкости после ее фракционирования методом препаративной ВЭЖХ. Масс-спектометрический анализ фракций метаболитов дейтерированного препарата позволил определить молекулярные массы некоторых продуктов конверсии абсцизовой кислоты. Предполагаемые соединения не соответствуют описанным ранее метаболитам данного фитогормона.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, грант 17-14-01363.

Возьмите на заметку:

1. В культуральной жидкости ризосферных бактерий выявлены неизвестные производные АБК, используемой микроорганизмами в качестве субстрата.

2. Сделаны первые шаги для расшифровки нового метаболического пути биоконверсии абсцизовой кислоты.

Регуляторные коды эффективной трансляции у растений: взаимосвязь локальных детерминант 5'-области мРНК растений и их комбинаций с трансляционной эффективностью транскриптов

Кабардаева К.В.[1], Мустафаев О.[2], Тюрин А.А.[1], Гра О.А.[1], Фадеев В.С.[1], Голденкова-Павлова И.В.[1]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия,
[2]Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-195
E-mail: kabardaewa@yandex.ru

Известно, что при декодировании генома растения имеют специфические регуляторные коды в мРНК для их эффективной трансляции. Используя методы профилирования полисом и RNA-Seq, проведен сравнительный анализ мРНК с разной трансляционной эффективностью у *A. thaliana*. Дальнейший *in silico* и экспериментальные исследования позволили установить ряд структурно-функциональных особенности 5'-нетранслируемых областей (5'-НТО), характерных для групп последовательностей с разной трансляционной эффективностью. А именно: (1) для 5'-НТО с высокой трансляционной эффективностью характерны небольшие пиримидиновые мотивы, локализованные по всей 5'-НТО, и длинные пуриновые мотивы с локализацией в 5'-области 5'-НТО; (2) для 5'-НТО с низкой трансляционной эффективностью характерны длинные пиримидиновые мотивы с их локализацией преимущественно в 3'-области 5'-НТО и мотивы с высокой представленностью динуклеотидов "GA", "AG" и "GG" с локализацией в 3'-области 5'-НТО. Полученные результаты позволяют предположить, что особенности нуклеотидного состава мотивов, а также их локализация могут быть модуляторами эффективности трансляции целевых мРНК.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ 18-14-00026.

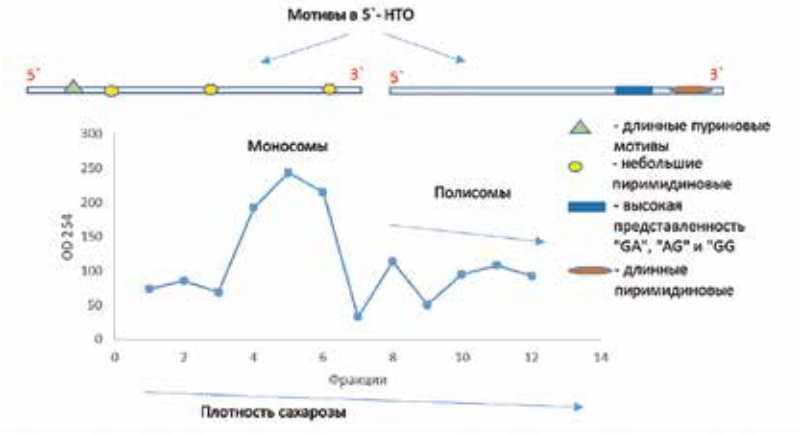
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Тюрин А.А., Кабардаева К.В., и др. Эффективность экспрессии гетерологичного гена в растениях зависит от нуклеотидного состава 5'-области мРНК. Физиология растений. 2016. 63 (4). 546-558. DOI:10.1134/S1021443716030158

I.V. Goldenkova-Pavlova et al. Computational and Experimental Tools to Monitor the Changes in Translation Efficiency of Plant mRNAs on a Genome-wide Scale: Advantages, Limitations, and Solutions. Int. J. Mol. Sci. 2019, 20(1), 33, https://doi.org/10.3390/ijms20010033

Возьмите на заметку:

1. 5`-НТО является ключевым регуляторным элементом на этапе инициации трансляции
2. Особенности нуклеотидного состава мотивов, а также их локализация могут быть модуляторами эффективности трансляции целевых мРНК



Влияние иммуномодулирующих агентов на структурно-функциональное состояние растений ячменя при патогенезе

Кабашникова Л.Ф., Абрамчик Л.М., Савченко Г.Е., Макаров В.Н.

Государственное научное учреждение «Институт биофизики и клеточной инженерии Национальной академии наук Беларуси», Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-196
E-mail: kabashnikova@mail.ru

Управление иммунной системой – современное наукоемкое направление защиты растений от фитопатогенов. Изучены салициловая кислота (СК), β-аминомасляная кислота и β-1,3-глюкан как индукторы иммунного ответа в растениях ячменя при инфицировании грибом *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Schoem., возбудителем темнобурой пятнистости. Инфицирование проростков ячменя грибом вызывает защелачивание апопласта на 1,7 единиц pH и развитие окислительного стресса в клетках мезофилла листа, приводящего к активации переокисления липидов и нарушению фотосинтетических процессов. Наиболее значимыми защитными реакциями при патогенезе являются активация антиоксидантных ферментов пероксидазы и аскорбатпероксидазы, а также увеличение экспрессии гена PR-белка – хитиназы (*cht2*). В ответные реакции проростков ячменя на заражение вовлечена эндогенная СК, что проявляется в накоплении ее свободной формы. Изученные соединения вызывают прайминг защитных реакций в листьях ячменя, участвуя в системе регуляции pH и генерации АФК, стабилизируют окислительные и фотосинтетические процессы в клетках мезофилла листа при инфицировании, что обеспечивает статистически надежное снижение количества пораженных растений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Savchenko G. E. et al. Effect of exogenous β-aminobutiric acid on exo- and endo-cellular pH and redox state of ascorbate in leaves of barley seedlings (Hordeum vulgare L.) // Genetics and Plant Physiology (2016) 6(3–4): 158166.

2. Пашкевич Л. В., Кабашникова Л.Ф. Роль салициловой кислоты в формировании системной приобретенной устойчивости растений при патогенезе // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія (2018) 3 (45): 31-48.

Возьмите на заметку:

1. Инфицирование грибом *Bipolaris sorokiniana* индуцирует окислительный стресс и нарушение фотосинтетических процессов в клетках мезофилла ячменя.

2. Природные иммуномодулирующие агенты обеспечивают эффективную защиту растений ячменя при патогенезе.

Оптимизация продукционного процесса за счет равномерного распределения растений подсолнечника по площади поля приводит к увеличению урожайности

Казакова А.С., Лаврухин П.В.

ФГБО ВПО "Донской ГАУ" в г. Зернограде, Азово-Черноморский инженерный институт, Зерноград, Ростовская обл., Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-197
E-mail: kasakova@inbox.ru

Одним из подходов реализации продукционного потенциала растений и получения качественной продукции является оптимальная форма площади питания растений в посеве. В работе изучен продукционный процесса (накопление, распределение и перераспределение массы по органам) растений подсолнечника в процессе вегетации. В контрольном варианте растения высевали широкорядным способом с принятой в зоне шириной междурядий, а в опытном – с улучшенной формой площади питания при равной густоте стояния. Показано, что оптимизация формы площади питания растений привела к увеличению урожайности и масличности за все годы исследований. В основе такого положительного эффекта лежит снижение высоты растений, сохранение на них зеленых листьев до фазы физиологической спелости, увеличение в них содержания хлорофилла, а также оптимизация донорно-акцепторных отношений. За счет улучшения оптической структуры посева текущий фотосинтез обеспечил не только налив семян, но и увеличение массы стебля за этот период, а в традиционном посеве наблюдалась реутилизация веществ из стебля, которая не обеспечила полноценный налив семян.

Возьмите на заметку:

Оптимальная форма площади питания растений в посеве улучшает его оптическую структуру, что ведет к оптимизации донорно-акцепторных отношений и позволяет реализовать продукционный потенциал сорта.

Изучение механизмов адаптации природных популяций растений к хроническому радиационному воздействию: состояние антиоксидантной системы

Казакова Е.А., Волкова П.Ю.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», Обнинск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-198
E-mail: elisabethafeb19@gmail.com

Изучение механизмов адаптации растений к изменяющимся условиям среды необходимо для решение глобальной проблемы, связанной с предотвращением деградации экосистем в условиях усиливающегося техногенного загрязнения и изменений климата. В рамках комплексного мониторинга природных популяций древесных и травянистых растений, произрастающих на радиоактивно загрязнённых после аварии на Чернобыльской АЭС территориях, проведена оценка состояния антиоксидантной системы популяций сосны обыкновенной. С помощью ВЭЖХ установлено, что многолетнее хроническое облучение вызывает окислительный стресс в исследуемых популяциях и приводит к изменению концентраций ряда низкомолекулярных антиоксидантов. Летом 2019 года будет описан антиоксидантный статус популяций нескольких видов трав. Данные по хроматографическому анализу соединений-антиоксидантов и спектрофотометрической оценке активности антиоксидантных ферментов разных видов травянистых растений прояснят механизмы адаптации к действию хронического облучения на исследуемые популяции. Полученные результаты важны для сохранения биоразнообразия, биотехнологических разработок и космобиологии.

При поддержке РФФИ № 18-34-20012, РНФ № 14-14-00666

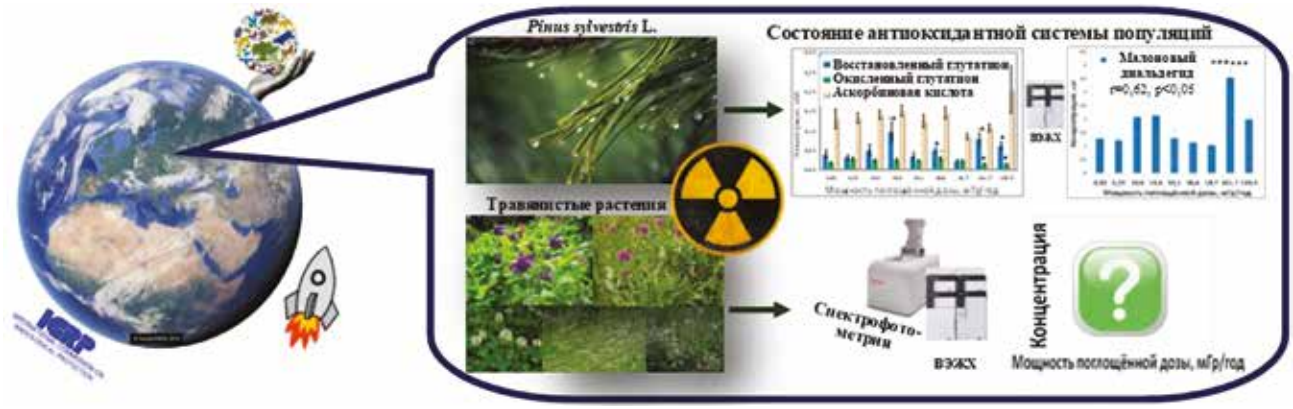
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Volkova P.Yu. et al. Radiation exposure in the remote period after the Chernobyl accident caused oxidative stress and genetic effects in Scots pine populations // Scientific Reports (2017) 7:43009. doi: 10.1038/srep43009

Geras'kin S. et al. Scots pine as a promising indicator organism for biomonitoring of the polluted environment: A case study on chronically irradiated populations // Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis (2019) doi: 10.1134/S1021443718020024

Возьмите на заметку:

1. Мониторинг природных популяций растений важен для сохранения биоразнообразия.
2. Хроническое радиационное воздействие в отдалённый период после аварии на ЧАЭС вызывает изменение антиоксидантного статуса популяций сосны обыкновенной.



Гипотеза формирования устойчивости винограда к корневой филлоксере

Казахмедов Р.Э.

Дагестанская селекционная опытная станция виноградарства и овощеводства - филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ, Дербент, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-199
E-mail: kre_05@mail.ru

Анализ гормонов в элементах корневой системы модельных растений винограда показал более низкое содержание ИУК и высокое содержание АБК у восприимчивого сорта Агадаи, в сравнении с толерантными и иммунными сортами. В ответ на заражение филлоксерой отмечается значительное повышение содержания ауксинов и АБК у иммунных сортов Кобер 5ББ и Джемете и снижение у толерантных сортов Первенец Магарача и Антей Магарачский. Сорт Агадаи реагирует трехкратным снижением уровня АБК при незначительном увеличении содержания ауксинов, а обработка ФАС на фоне заражения филлоксерой повышает содержание ауксинов в корнях этого сорта, что характерно иммунным сортам при заражении вредителем. Ключевое значение в попытках генотипа противостоять вредителю имеет не столько абсолютное содержание БАВ в элементах корневой системы, сколько количественный и качественный характер изменения их содержания в ответ на заражение (атаку) филлоксерой. Вероятно, однозначных механизмов формирования устойчивости у сортов винограда к корневой форме филлоксеры не существует, и, каждый сорт формирует толерантность, включая специфические элементы устойчивости, в свою очередь, определяемыми его генетическими особенностями.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Казахмедов Р.Э., Шихсефиев А.Т. Биохимическая основа толерантности винограда и гормональная регуляция физиологической устойчивости к филлоксере // Проблемы развития АПК региона DOI10.15217;

Казахмедов Р.Э., Шихсефиев А.Т. Влияние физиологически активных соединений на развитие элементов корневой системы модельных растений винограда // Проблемы развития АПК региона. 2015.- №3.

Возьмите на заметку:

Общих механизмов формирования устойчивости винограда к корневой филлоксере не существует, и, вероятно, каждый сорт формирует толерантность, включая специфические элементы устойчивости, в свою очередь, определяемыми его генетическими особенностями.

Роль физиологически активных соединений в повышении устойчивости винограда к филлоксере

Казахмедов Р.Э., Магомедова М.А.

Дагестанская селекционная опытная станция виноградарства и овощеводства - филиал ФГБНУ СКФНЦСВВ, Дербент, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-200
E-mail: marina.0666@mail.ru

Установлено, что применение ФАС на фоне сплошного заражения филлоксерой позволяет сохранять продуктивность корнесобственных насаждений винограда. Действие ФАС имеет пролонгирующий эффект и сохраняется в последующие годы без обработок. Наибольшую эффективность проявляет препарат, цитокининового действия (ФАС-1), его действие усиливается при сочетании с препаратом трофического действия (ФАС-3) и сохраняется при включении в их смесь препарата ауксинового действия (ФАС-2), что указывает на целесообразность их совместного применения в практических целях. ФАС-1 оказывает морфофизиологическое и регенеративное действие на корневую систему, ФАС-2 - положительное в аспекте решаемой проблемы воздействие на биохимический состав корней, а препарат ФАС-3- положительное трофическое влияние на растения винограда с поврежденной корневой системой. Оптимальные концентрации в зависимости от сортовых особенностей: ФАС-1 - 20-40 мг/л, при этом высокие концентрации препарата более эффективны на сортах Vitis vinifera L.;ФАС-2 2,5-5,0 мг/л, при этом более высокие концентрации препарата эффективны на сортах межвидового происхождения; ФАС-3 не более 100 мг/л независимо от сортовых генетических особенностей.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Казахмедов Р.Э., Магомедова М.А. Филлоксера и физиологически активные соединения: продуктивность плодоносящих растений винограда, угнетенных филлоксерой// Научные труды ФГБНУ СКЗНИИСиВ;

Казахмедов Р.Э., Шихсефиев А.Т. Биохимическая основа толерантности винограда и гормональная регуляция физиологической устойчивости к филлоксере // Проблемы развития АПК региона DOI10.15217.

Возьмите на заметку:

Применение ФАС на фоне сплошного заражения филлоксерой позволяет сохранять продуктивность корнесобственных насаждений винограда.

Растение в условиях дефицита и избытка цинка

Казнина Н.М., Батова Ю.В., Титов А.Ф.

Институт биологии - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-201
E-mail: kaznina@krc.karelia.ru

Цинк выполняет в растениях большое число разнообразных функций, поэтому любые отклонения в его содержании от оптимальных значений отрицательно сказываются на многих физиологических процессах и на продуктивности растений в целом. Как показывают исследования, ответная реакция растений на дефицит и избыток металла по многим параметрам носит сходный характер: у них тормозится рост, снижается интенсивность фотосинтеза, нарушается водный обмен. Однако причины этих изменений разные. Например, при дефиците цинка торможение роста растений во многом является следствием снижения уровня ИУК, а при его избытке оно в большей степени связано с нарушением деления и растяжения клеток. Различаются и механизмы адаптации растений к дефициту и избытку цинка. В первом случае адаптация связана с активизацией механизмов, направленных на усиление поглощения металла и на его более эффективное использование в обмене веществ. Во втором случае действуют механизмы, ограничивающие поступление цинка в клетки корня, способствующие удалению избыточных количеств металла из клеток, а также механизмы, устраняющие его участие в метаболизме (хелатирование ионов цинка в цитоплазме и их изоляция в вакуоли).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kaznina N.M., Titov A.F. Effect of zinc deficiency and excess on the growth and photosynthesis of winter wheat // Journal of Stress Physiology & Biochemistry (2017) 13: 88-94.

Laidinen G.F. et al. The resistance of Phleum pratense and Elytrigia repens to high concentrations of zinc // Biology Bulletin (2018) 45: 454-460. DOI: 10.1134/s0002332918050119.

Возьмите на заметку:

Ответная реакция растений на дефицит и избыток цинка носит сходный характер: тормозится рост, нарушаются фотосинтез и водный обмен.

Причины изменений физиологических процессов, а также механизмы адаптации растений к дефициту и избытку цинка разные.

Влияние бактерий рода *Bacillus* на продуктивность зеленных культур и качество получаемой продукции

Калацкая Ж.Н.[1], Дорощук О.В.[1], Ламан Н.А.[1], Мандрик-Литвинкович М.Н.[2]

[1]Государственное научное учреждение "Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси", Минск, Республика Беларусь,
[2]Государственное научное учреждение "Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси", Минск, Республика Беларусь

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-202
E-mail: kalatskayaj@mail.ru

Известно, что ризобактерии, в том числе из рода *Bacillus*, и их метаболиты способны стимулировать рост и развитие растений, повышать устойчивость организмов к различным стресс-факторам. Исследование свойств ризобактерий приобретает важное значение при создании биопрепаратов для выращивания растений, употребляемых в пищу в свежем виде. Изучено влияние вносимых в торфяной субстрат разными способами двух штаммов *Bacillus subtilis* М 9/6 и *Bacillus amyloliquefaciens* 23 ТМ, проявляющих высокую антагонистическую активность, на продуктивность и качество продукции салата листового и рукколы культурной. Внесение в субстрат штаммов в концентрации 10^6 клеток/мл в объеме 10 и 5 мл/л субстрата, соответственно, повышало пищевую ценность данных культур: увеличивалось содержание сухого вещества, водорастворимых углеводов (моно- и дисахаридов), витамина С. Бактериальный штамм В. *amyloliquefaciens* 23 ТМ в том числе способствовал накоплению листьями салата рутина. Наряду с этим содержание нитратов в листьях салата снижалось на 50,3% и 39,1%, соответственно. Показано, что внесение изучаемых штаммов бактерий в субстрат перед посевом оказывает большее влияние на качество продукции, чем полив всходов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Калацкая Ж.Н.и др. Фитостимулирующее действие интродуцированных штаммов Bacillus subtilis в зависимости от компонентного состава почвогрунтов // Известия НАН Беларуси, Сер. биол. наук. – 2016. – №2. – С. 54 – 61.

Дорощук О. В.и др. Влияние обработки семян ячменя штаммами бактерий рода Bacillus на активность компонентов антиоксидантной системы в корнях проростков при солевом стрессе // Известия НАН Беларуси, Сер. биол. наук. - 2018. – Т. 63, №2. – С. 135 - 145.

Воздействие импульсного переменного магнитного поля на антиоксидантный статус растений гороха сортов "Альбумен" и "Шустрик" и овса сорта "Борец"

Кальясова Е.А., Синицына Ю.В., Веселов А.П.

ФГАОУ ВО "Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского", Нижний Новгород, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-203
E-mail: katelyn@bk.ru

Окислительно-восстановительные процессы, связанные с различными клеточными мембранами представляются универсальным звеном в восприятии организмами (клетками) воздействия физического фактора и, в частности, магнитного поля. В исследованиях, выполненных с использованием низкочастотных переменных импульсных магнитных полей (1,5 мТл 15Гц; 0,1 мТл 1,5 Гц) показано наличие пиковой активации антиоксидантных ферментов, утилизирующих активные формы кислорода (каталазы, супероксиддисмутазы) после 15, 30 или 60 минут воздействия в зависимости от объекта исследования. Содержание продуктов липопероксидации (диеновых конъюгатов, оснований Шиффа, малонового диальдегида) у разных растений и при разных полях первично либо понижалось, либо повышалось, однако к 120 минутам обработки магнитным полем их содержание возвращалось к контрольному уровню или стабилизировалось немного ниже такового. Таким образом, низкочастотные переменные магнитные поля провоцируют быструю кратковременную, но слабую активизацию свободнорадикальных процессов на клеточных мембранах, сменяющуюся интенсивным ответом антиоксидантной системы, стабилизирующим липопероксидацию на уровне, близком к контрольному.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

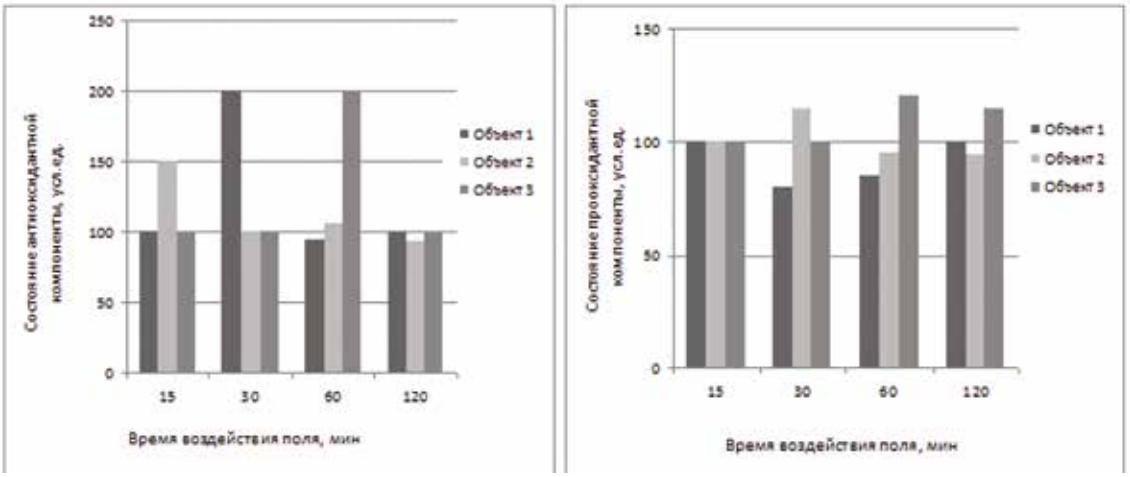
Синицына Ю.В. и др. Влияние комбинированного действия низкочастотного переменного магнитного поля и гипертермии на уровень гидропероксидов и ростовые реакции растений гороха // Известия УНЦ РАН (2018) 3(5): 30-35. eLIBRARY ID: 36293990

Половинкина Е.О. и др. Изменение уровня перекисного окисления липидов и активности компонентов антиоксидантного комплекса в хлоропластах гороха при воздействии слабых импульсных магнитных полей // Физиология растений (2011) 58(6): 930-934.

Возьмите на заметку:

Параметры переменного магнитного поля влияют на амплитуду изменений системы перекисного гомеостаза растительной клетки

Про- и антиоксидантная компоненты перекисного гомеостаза демонстрируют разный характер ответа на воздействие магнитного поля



Комплекс микробных препаратов в формировании устойчивого растительно-микробного взаимодействия в агроценозе *Triticum aestivum* L.

Каменева И.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма", Симферополь, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-204
E-mail: irina.kameneva.7@mail.ru

Для повышения продуктивности агроценозов разработаны трех- и четырехкомпонентные универсальные полифункциональные комплексы микробных препаратов (КБП) на основе активных штаммов бактерий с хозяйственно полезными свойствами. Инокуляция способствовала повышению всхожести семян *Triticum aestivum* L. на 15 – 28%. Стимулирующий эффект КБП проявлялся в увеличении длины корешков на 22-30% и высоты исследуемых растений на 16,8-22,0%. Бактеризация положительно влияла на микробиологические процессы в ризосфере. Бактерии колонизируют корни и за счет азотфиксации способны обеспечить растения биологическим азотом, что особенно проявляется в условиях дефицита этого элемента. Численность диазотрофов имела положительную корреляцию с азотфиксирующей активностью в ризоплане растений.

Отмечено повышение активности ферментов оксидредуктаз в листьях, что может свидетельствовать о формировании устойчивости инокулированных растений к стресс-факторам. КБП обеспечивал прибавку урожая зерна разных сортов пшеницы от 4,0 до 31,8%

Таким образом, установлено, что применение КБП способствует формированию устойчивого растительномикробного взаимодействия в агроценозе *T. aestivum* L.

Экотол как фактор, формирующий устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды

Карташова Е.Р.[1], Фитискина Н.В.[2], Карпова Е.А.[3], Фершалова Т.Д.[3]

[1]Московское общество испытателей природы, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия,
[2]ФГБОУ ВО "Московский государственный университет пищевых производств", Москва, Россия,
[3]ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-205
E-mail: nvfitiskina@mail.ru

Данные исследования являются продолжением работ д.б.н. Г.В. Лебедева, изучавшего экотолы – вещества, повышающие устойчивость биоса к неблагоприятным условиям среды. Фенольная однотипность соединений, обнаруженных нами в экотоле: ДОФА, меланины, ИУК, позволяет им функционировать в одной цепочке. В случае стрессовых воздействий ДОФА при окислении переходит в меланины. Результатом метаболического воздействия экотола при аномально повышенных температурах является усиление ростовых процессов и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, что было показано на растениях яровой пшеницы. Воздействие экотола к низкотемпературному стрессу изучалось на растениях рода *Begonia* L. При заморозках листья растений, предварительно обработанных экотолом, лучше сохраняются и содержат большее количество антоцианов по сравнению с контролем. Уменьшение поглотительной способности тяжелого металла корневой системой древесных саженцев лиственных пород под влиянием экотола и увеличение поглотительной способности хвойной – ели определяется несходством типов их грибных симбионтов. На основе этого экотол может рекомендоваться при наличии в почве тяжелых металлов только для лиственных древесных пород.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Фитискина Н.В. и др. Физиологически активные соединения в продуктах микробиологического разложения соломы злаков, и их влияние на рост и урожайность растений в неблагоприятных условиях // Экобиотех (2018)1(3):161-176.

Karpova E.A. et al. Flavonoids in Adaptation of Begonia grandis Dryander subsp. grandis Introduced in West Siberia (Novosibirsk) // Journal of Stress Physiology & Biochemistry (2016) 12(3):44–56.

Возьмите на заметку:

Благодаря наличию в экотоле биогенных аминов, меланиновых пигментов, фитогормонов и других физиологически-активных соединений он способен повышать устойчивость растений к аномальным температурам и тяжелым металлам.

Модуляция спектральных характеристик тканей в онтогенезе пшеницы

Касаткин М.Ю., Степанов С.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-206
E-mail: kasatkinmy@info.sgu.ru

Считается, что ответная реакция на воздействие света в большинстве случаев определяется оптическими свойствами растительных тканей, зависящими, в свою очередь, от содержания пигментов и структурных особенностей клеток. Применение цитоспектрофотометрического метода для исследования *in vivo* спектральных характеристик тканей позволяет оценить вклад в оптические свойства фитомеров как ультраструктуры клеток, так и динамических перестроек пигмент-белковых комплексов. Этиолированный орган можно рассматривать как минимизированную структурно-функциональную единицу для реализации определённой стратегии ответной реакции растения, на которую надстраиваются другие иерархически организованные процессы направленного, структурированного фотоморфогенеза. Настройка фоторегуляторных систем проростка на определенную интенсивность света может осуществляться «фиксацией» качества и количества квантов света светочувствительными структурами колеоптиля при освещении. Обратная связь реализуется посредством изменения качества и количества света, поступающего по трансформируемым тканям колеоптиля, выступающих в этом случае в качестве индуцированного оптического фильтра.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

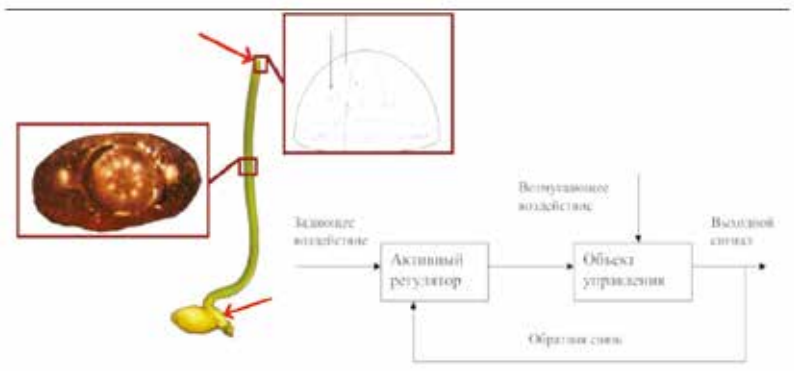
Касаткин М.Ю., Степанов С.А., Прохорова Т.М. Фоторегуляция прорастания зерновок пшеницы // Изв. Сарат. ун-та. Сер. Химия. Биология. Экология. 2010. Т. 10, № 2. С. 52-55.

Касаткин М.Ю., Степанов С.А., Страпко А.М. Влияние этиоляции на спектральные характеристики тканей колеоптиля и эпикотиля пшеницы //Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2017. Т. 15, вып. 1. С. 50-59 DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-1-50-59

Возьмите на заметку:

В условиях освещения колеоптиль является оптическим фильтром, стабилизирующим освещённость участков проростка, где происходят различные морфогенетические процессы.

В условиях темноты оптическая плотность эпикотиля увеличивается.



CRISPR/Cas9 редактирование генома сельскохозяйственных культур в развитии биологии и сельского хозяйства

Кершанская О.И., Мукиянова Г.С., Нелидова Д.С., Есенбаева Г.Л., Нелидов С.Н., Утеулин К.Р., Стефенс Дж.

РГП "Институт биологии и биотехнологии растений" Комитета науки МОН Республики Казахстан, Алматы, Казахстан

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-207

E-mail: gen_o.kersh@mail.ru

Биотехнология редактирования генома CRISPR/Cas9 произвела революцию в науке о жизни, появившись на рынке в 2013 году. Редактирование генов CRISPR/Cas9 обеспечивает быстрый научный прогресс во многих областях, в том числе, в биологии и сельском хозяйстве. Цель исследования - разработать и внедрить новую технологию редактирования генома CRISPR/Cas9 с использованием нокаута гена эукариотического фактора инициации трансляции вирусов (eIF4E), для создания элитных устойчивых к вирусам сортов ячменя в сотрудничестве Казахстана с Великобританией. Разработан метод эффективной генотип-независимой доставки генетических материалов в ячмень с использованием пипетирования *Agrobacterium tumefaciens*, созданы конструкции для редактирования генома (CRISPR/Cas9), проведено генетическое редактирование гена eIF4E. На сегодняшний день созданы 20 нокаутов и модификаций гена eIF4E у ячменя в сотрудничестве с другими исследовательскими группами. Результатом исследования будут элитные вирусоустойчивые сорта ячменя. Биотехнология CRISPR/Cas9 может быть освобождена от классификации ГМ. Исследование технологии CRISPR/Cas9 выявляет большой потенциал повышения эффективности биологии и селекции растений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kershanskaya O.I. et al. New CRISPR/Cas9 gene editing technology for development of Agricultural Biotechnology//Proc. All-Rus ISC(2018):1434-1437

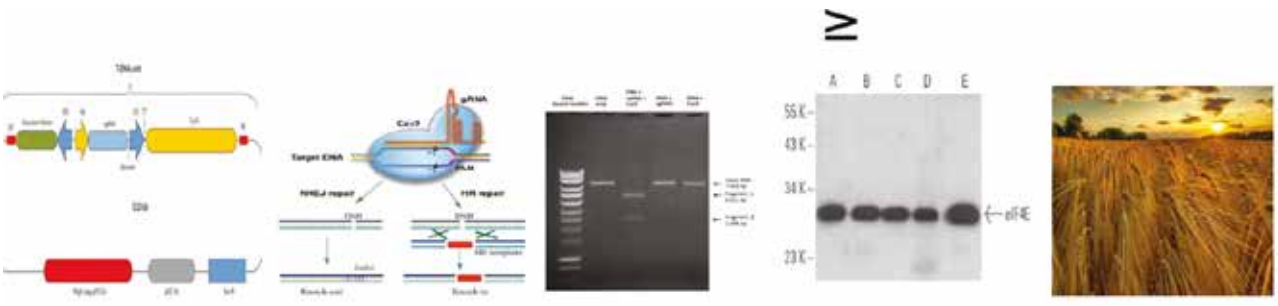
Kershanskaya O.I. et al. Establishment of new gene editing CRISPR/Cas9 technology for creation of elite barley cultivars in Kazakhstan and UK//Genes and Cells(2018)2:35-36

Kershanskaya O.I. New breakthrough CRISPR/Cas9 biotechnology of genome editing for creation of elite crops in Kazakhstan//PNASRK(2018)5:24-40. doi: 10.32014/2018.2518-1483.4

Возьмите на заметку:

Редактирование генов CRISPR/Cas9 обеспечивает быстрый научный прогресс развития биологии и селекции.

Проведено генетическое редактирование гена эукариотического фактора инициации трансляции вирусов eIF4E для создания элитных сортов ячменя в KZ и UK.



Регуляция активности вакуолярной H -АТФазы клеток суспензионной культуры табака BY-2 в ходе роста растяжением

Кирпичникова А.А., Чэнь Т., Емельянов В.В., Шишова М.Ф.

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-208
E-mail: mshishova@mail.ru

В росте растяжением и поддержании pH-стата растительной клетки помимо H+-АТФазы плазмалеммы активное участие принимает H+-АТФаза тонопласта. Она представляет собой мультисубъединичный белковый комплекс, образованный надмембранным каталитическим и трансмембранными доменами. Регуляции данного фермента возможна на транскрипционном и посттрансляционном уровнях. Однако участие фитогормонов в регуляции этого фермента до сих пор дискуссионна. В работе использовали суспензионную культуру клеток табака BY-2 (*Nicotiana tabacum* L. cv. Bright Yellow) и линия NAS1, являющейся антисенстрансформантом по АСБ1 и обладающей пониженной интенсивностью роста растяжением. Анализ экспрессии генов, кодирующих субъединицы фермента показал накопление продуктов экспрессии на 14 сутки в клетках дикого типа, что согласуется с усилением роста растяжением. Для клеток линии NAS1 такая четкая динамика не была выявлена. Таким образом, впервые показано, что АСБ1 участвует в регуляции активности H+-АТФазы тонопласта в ходе роста растяжением на транскрипционном уровне.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 19-04-00655.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kirpichnikova A., Chen T., Teplyakova S., Shishova M. Proton pump and plant cell elongation // Biological Communications. 2018. Vol. 63, No. 1. P. 32-42. https://doi.org/10.21638/spbu03.2018.105

Кирпичникова А.А., Чэнь Т., Романюк Д.А., Емельянов В.В., Шишова М.Ф. Особенности регуляции вакуолярной H -АТФазы растительных клеток // Вестник С.-Петербургского ун-та. Сер. 3. 2016. Вып. 2. С. 149-160. https://doi.org/10.21638/11701/spbu03.2016.212

Участие транскрипционного фактора GATA и киназного регулятора MAKR в инициации бокового корня у Тыквенных

Кирюшкин А.С., Ильина Е.Л., Демченко К.Н.

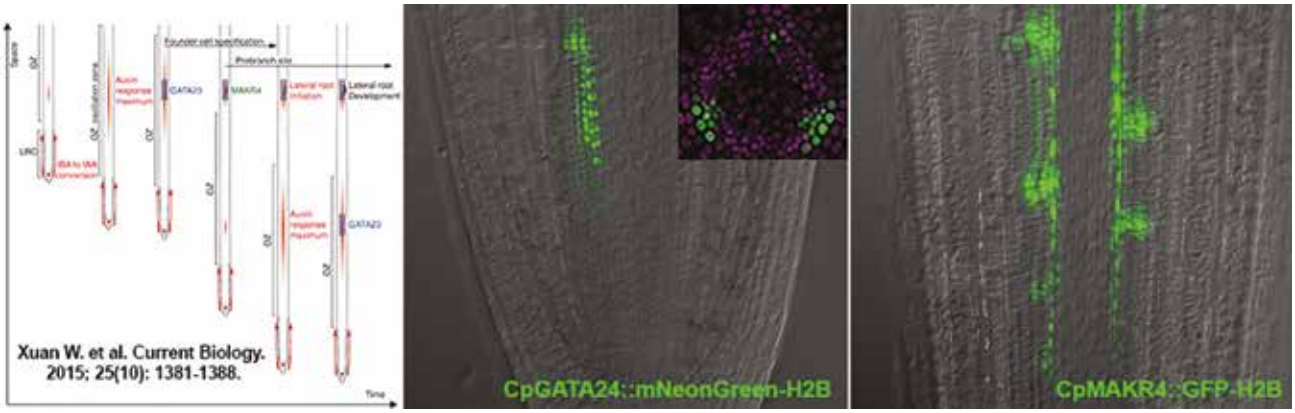
ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-209
E-mail: akiryushkin@binran.ru

Экспрессия генов *GATA23* и *MAKR4* в перицикле корня - наиболее раннее событие, связанное с определением компетенции к инициации бокового корня (БК) у *Arabidopsis*. Проведён поиск ортологов этих генов у представителей семейства Тыквенные, огурца (*Cucumis sativus*) и кабачка (*Cucurbita pepo*), у которых инициация БК происходит в пределах апикальной меристемы родительского корня. С помощью филогенетического анализа у Тыквенных было идентифицировано семейство генов *GATA*, а также ортолог гена *AtMAKR4*. Экспрессия ортологов *AtGATA23* и *AtMAKR4* у Тыквенных также, как у *Arabidopsis*, положительно регулируется экзогенными ауксинами. С использованием конфокальной микроскопии в корнях кабачка определён паттерн экспрессии ортологов этих генов, показано их вовлечение в начальные этапы формирования клеток-основательниц БК и примордиев БК. В докладе обсуждаются различия в регуляции экспрессии этих генов в связи с особенностями инициации БК у Тыквенных.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ilina E.L. et al. Lateral root initiation and formation within the parental root meristem of Cucurbita pepo: is auxin a key player? // Annals of Botany (2018) 122(5): 873-888. doi: 10.1093/aob/mcy052

Kiryushkin A.S. et al. Lateral root initiation in the parental root meristem of cucurbits: Old players in a new position // Frontiers in Plant Science (2019) 10(365). doi: 10.3389/fpls.2019.00365



Механизмы адаптации сортов яблони с различной устойчивостью к парше в условиях высокотемпературного стресса

Киселева Г.К., Ненько Н.И., Ульяновская Е.В., Мишко А.Е., Караваева А.В., Сундырева М.А.

ФГБНУ "Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия", Краснодар, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-210
E-mail: galina-kiseleva-1960@mail.ru

Повышенные температуры летнего периода и заболевания паршой (возбудитель *Venturia inaequalis Wint.*) – главные стрессоры, снижающие урожайность яблони в южном регионе России. В условиях лабораторного моделирования высокотемпературного стресса (прогревание листьев при 45°С в течение 2 часов) выявлены изменения наиболее информативных физиолого-биохимических параметров, отвечающих за устойчивость к высоким температурам. Установлено, что биохимическая адаптация к стрессовому воздействию достигается увеличением содержания прочносвязанной воды, осмопротекторов (сахарозы, пролина), органических кислот. Показаны адаптивные изменения активности пероксидазы, выполняющей компенсаторные функции в защите растений яблони от окислительного стресса. Устойчивость иммунных к парше сортов яблони подтверждается меньшим содержанием малонового диальдегида в листьях – конечного продукта перекисного окисления липидов. Показано, что иммунные к парше сорта яблони более устойчивы к высокотемпературному стрессу. Результаты исследований могут быть использованы при подборе сортов яблони при закладке плодовых насаждений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Ненько Н.И. и др. Динамика содержания пролина, пигментов и фракционный состав воды в листьях яблони (Malus domestica Borkh.) при температурном и водном стрессе и приемы снижения его последствий // Сельскохозяйственная биология (2018) 53 (3): 598-604. – doi:10.15389/agrobiology .2018.3.598rus.

2. Nenko N.I. et al. Physiological and biochemical criteria of the apple-tree resistance to the summer period abiotic stresses // Eurasian journal of Biosciences (2018) 12 (1): 55-61.

Возьмите на заметку:

Иммунные к парше сорта яблони более устойчивы к высокотемпературному стрессу по содержанию осмопротекторов, малонового диальдегида, активности пероксидазы.

Эволюционные изменения структуры листа, фотосинтеза и параметров водного режима в роде *Triticum*

Киселева И.С., Синенко О.С.

ФГАОУ ВПО "Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина", Екатеринбург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-211
E-mail: irina.kiseleva@urfu.ru

Род *Triticum* L. – результат спонтанной гибридизации 14-хромосомных видов пшеницы T. *beoticum* (субгеном A^b) и T. *urartu* (субгеном A^u) с эгилопсами и последующей эволюции. Изучены эволюционные тренды изменения структуры листа, фотосинтеза и параметров водного режима в этом роде на основе анализа 22 видов пшениц (2n=14, геномы A, A^b; 2n=28, геномы A^uB, A^bG; 2n=42, геномы A^uBD, A^bGD; 2n=56 (A^bA^bGG) и 4 видов рода *Aegilops* (2n=14,геномы Bsp, BL, D). У аллоплоидных полигеномных видов в сравнении с моногеномными диплоидными продуктивность и скорость фотосинтеза выше в 2-4 раза за счет большей площади листьев, числа клеток и хлоропластов в них, но не активности единичного хлоропласта. В ходе эволюции рода *Triticum* L. уменьшилась внутренняя ассимиляционная поверхность листа, ухудшились условия для диффузии CO_2 и воды, увеличилась водоемкость тканей и устойчивость к засухе. Изменения структуры листа аллоплоидов соответствовали закономерностям, известным для автополиплоидов только в группах видов, геномы которых происходили от одного общего предка.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Е.В.Храмцова, И.С.Киселева, Е.А.Любомудрова, Н.В.Малкова. Оптимизация структуры мезофилла листа аллоплоидных и диплоидных видов пшеницы // Физиология растений. – 2003. – Т.50, №1. – С.24-33.

Е.В.Храмцова, И.С.Киселева. Роль генома в формировании фототрофных тканей листьев диплоидных и аллоплоидных видов пшеницы //Физиология растений. – 2004. Т.51, №2. С.278-286.

Возьмите на заметку:

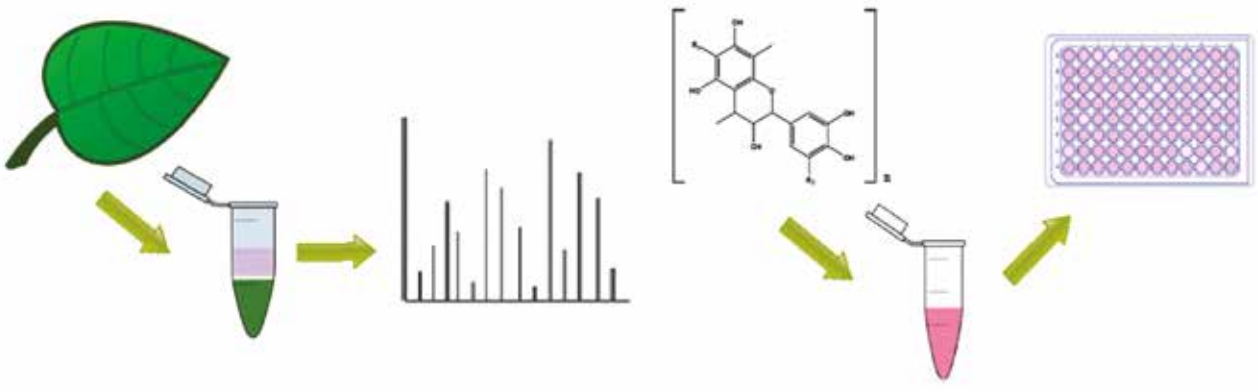
В ходе эволюции пшениц привнесение в их геном субгеномов от эгилопсов привело изменению внутренней организации листа, и как следствие, увеличению скорости ассимиляции CO и устойчивости к водному дефициту.

Определение профиля метаболитов лекарственных растений, богатых таннинами, в контексте их антинейродегенеративной активности

Кисель Э.В.[1], Чанцева В.В.[2], Горбач Д.П.[3], Уэйли А.К.[4], Орлова А.А.[4], Бабаков В.Н.[5], Романовская Е.В.[1], Лужанин В.Г.[4], Повыдыш М.Н.[4], Билова Т.Е.[2], Вессйоханн Л.А.[6], Фролов А.А.[1].

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, кафедра биохимии, Санкт-Петербург, Россия, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, кафедра цитологии и гистологии, Санкт-Петербург, Россия,
[4]Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет, Санкт-Петербург, Россия,
[5]Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека, Санкт-Петербург, Россия,
[6]Институт биохимии растений им. Лейбница, Департамент биоорганической химии, Халле, Германия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-212
E-mail: elana.kysil@gmail.com

В современном мире болезни Паркинсона и Альцгеймера представляют собой одну из основных причин дисфункции мозга, приводящей к резкому снижению качества жизни больных. Поскольку их патогенез сопровождается повышенным образованием активных форм кислорода (АФК), растительные соединения полифенольной природы рассматриваются как источник новых фармакологических средств, способных снизить влияние окислительного стресса на ткани мозга. В связи с этим, восемь лекарственных растений с высоким содержанием полифенолов были рассмотренны в контексте нейропротекторных свойств их экстрактов. Для этого профили метаболитов полярных, семиполярных и таннин-богатых фракций метаболомов лекарственных растений были охарактеризованы при помощи газовой хроматографии (ГХ)- и жидкостной хроматографии-масс-спектрометрии (ЖХ-МС). Нейропротекторные свойства этих фракций были оценены путем анализа жизнеспособности клеток, апоптоза и продукции АФК на клеточных моделях (нейробластома человека SH-SY5Y) болезней Паркинсона и Альцгеймера, полученных путем воздействия на клетки йодидом 1-метил-4-фенилпиридиния или избыточной экспрессии α-синуклеина и введением β-амилоидного пептида 25-35 соответственно.



Рост и развитие растений нескольких видов злаков в условиях токсического воздействия тяжёлых металлов

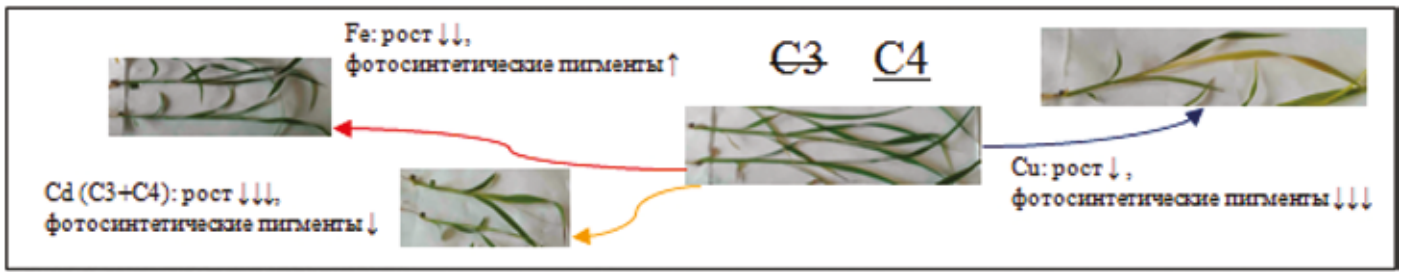
Клаус А.А., Лысенко Е.А.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-213
E-mail: alexander87klaus@gmail.com

Несколько представителей семейства злаков, обладающих способностью либо к фотосинтезу С3-типа, либо к С4-типа, подвергались воздействию токсичных концентраций тяжёлых металлов с целью выявления возможных кадмийспецифичных эффектов. Ранее было показано, что растения ячменя накапливали кадмий в тканях листьев в меньших количествах, по сравнению с кукурузой, однако отличались более высокими количествами ионов этого металла в хлоропластах и более низким уровнем фотохимического тушения флуоресценции хлорофилла а в мембранах тилакоидов. После трёх недель экспозиции на среду выращивания, содержащую кадмий, растения кукурузы, сорго, ячменя и пшеницы не продемонстрировали никаких вид-специфичных эффектов на рост и развитие. Однако, в случае двух других тяжёлых металлов – меди и железа, такие эффекты наблюдались. Например, в присутствии меди в среде выращивания происходило очень резкое снижение уровня фотосинтетических пигментов в тканях крупных активно растущих листьев кукурузы и сорго. Токсичные концентрации железа, приводили к более сильному снижению биомассы листьев этих растений, но содержание фотосинтетических пигментов на единицу массы при этом возрастало.

Возьмите на заметку:

Токсичные концентрации меди и железа влияют на содержание фотосинтетических пигментов у кукурузы и сорго в значительно большей степени, чем у ячменя и пшеницы, причём эффекты меди у первых двух видов можно наблюдать невооружённым глазом.



Диагностика функционального состояния садовых роз в условиях влажных субтропиков России

Клемешова К.В., Бударин А.А.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт цветоводства и субтропических культур", Сочи, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-214
E-mail: klemeshova_kv@mail.ru

Диагностика физиологического состояния растений садовых роз различных функциональных групп позволит на ранних этапах интродукции выявить сорта, наиболее устойчивые к абиотическим и биотическим стрессорам влажных субтропиков России.Составлена шкала физиологических параметров листьев для сравнения функционального состояния сортов садовых роз в благоприятных и неблагоприятных гидротермических условиях. При оценке сортов в оптимальный период вегетации сумма хлорофиллов и каротиноидов существенно не отличались у сортов различного уровня устойчивости, при наступлении стрессового периода различия в содержании фотосинтетических пигментов становились существенными. У устойчивых сортов отмечались меньшая лабильность хлорофиллов (≤10%) и увеличение общего содержания каротиноидов на 15–20%. Неустойчивые сорта характеризовались большей лабильностью зелёных пигментов (>10%), и меньшим увеличением суммы каротиноидов (≤15%). Существенные различия содержания фермента пероксидазы (ПО) отмечались у сортов до наступления стрессового периода (0,50–0,70 мл/г у устойчивых, 0,80–0,90 мл/г у неустойчивых). В период стресса у устойчивых сортов отмечено повышение ПО ≤ 15–20%, у неустойчивых сортов >20%.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Belous O. et al. Photosynthetic pigments of subtropical plants // Photosynthesis – From Its Evolution to Future Improvements in Photosynthetic Efficiency Using Nanomaterials (2018): 31–52. doi: 10.5772/intechopen.75193

Клемешова К.В. и др. Методика комплексной оценки садово-парковых роз из функциональных групп кустовые и крупноцветковые в условиях влажных субтропиков России // Плодоводство и ягодоводство России (2018) 55: 195–202. doi: 10.31676/2073-4948-2018-55-195-202

Возьмите на заметку:

Разработана шкала физиологических параметров листьев для сравнения функционального состояния сортов садовых роз в условиях влажных субтропиков России.

Регуляция старения изолированных листьев ячменя лактон- и кетонсодержащими брассиностероидами

Ковтун И.С., Кухаренко Н.Е., Ефимова М.В.

ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-215
E-mail: kovtunirina2@gmail.com

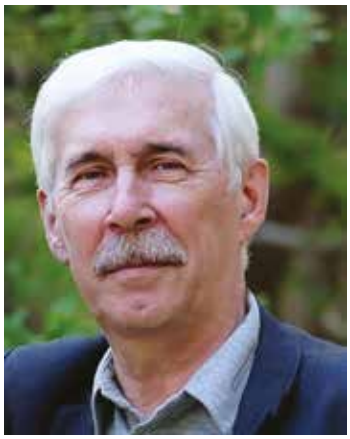
Брассиностероиды – стероидные гормоны растений, оказывающие широкий спектр физиологического воздействия на растения. Наиболее изучены лактонсодержащие стероидные гормоны (брассинолид, эпибрассинолид, гомобрассинолид), тогда как физиологическое влияние кетонсодержащих представителей стероидов (эпикастатерон и др.) исследовано не достаточно.

Впервые проведено сравнение влияния различных концентраций лактон- (24-эпибрассинолида) и кетон- (24-эпикастастерона) содержащих стероидных гормонов на суточную динамику накопления фотосинтетических пигментов, интенсивности перекисного окисления липидов и ряда других показателей в биотесте с изолированными листьями ячменя. В качестве положительного контроля использовали синтетический цитокинин – 6-БАП.

Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований.

Влияние 24-эпибрассинолида на развитие регенерантов картофеля сорта Накра *in vitro*

Когай Л.С., Головацкая И.Ф., Плюснин И.Н., Кадырбаев М.К., Мякишев Г.А., Ефимова М.В., Лаптев Н.И.



ФГБО ВПО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", Биологического институт, Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-216
E-mail: golovatskaya.irina@mail.ru

Для решения современных проблем семеноводства картофеля достаточно актуальным является биотехнологический метод оздоровления растений – метод апикальной меристемы. Важными этапами микроклонального размножения оздоровленных растений служат диагностика клонов на наличие инфекции и регуляция скорости развития регенерантов. В связи с последним целью исследования было изучение роли 24эпибрассинолида (ЭБЛ) в регуляции роста и развития регенерантов *Solanum tuberosum* L. сорта Накра. В ходе 39-дневного культивирования микроклонов на среде МС (контроль) и МС+10 нМ ЭБЛ (опыт) отметили влияние ЭБЛ на рост корня и побега регенерантов, интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) и содержание фотосинтетических пигментов. ЭБЛ увеличивал количество корней и их размеры относительно контроля. За этим следовал активный прирост сырой и сухой массы побега, увеличение размера стебля и числа новых ярусов, что способствовало повышению коэффициента размножения. Под действием ЭБЛ в увеличивающих площадь листьях при снижении интенсивности ПОЛ повышался уровень пигментов. Полученные данные позволяют рекомендовать к использованию *in vitro* стероидные гормоны (проект РФФИ № 17-54-61016Египет_а).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

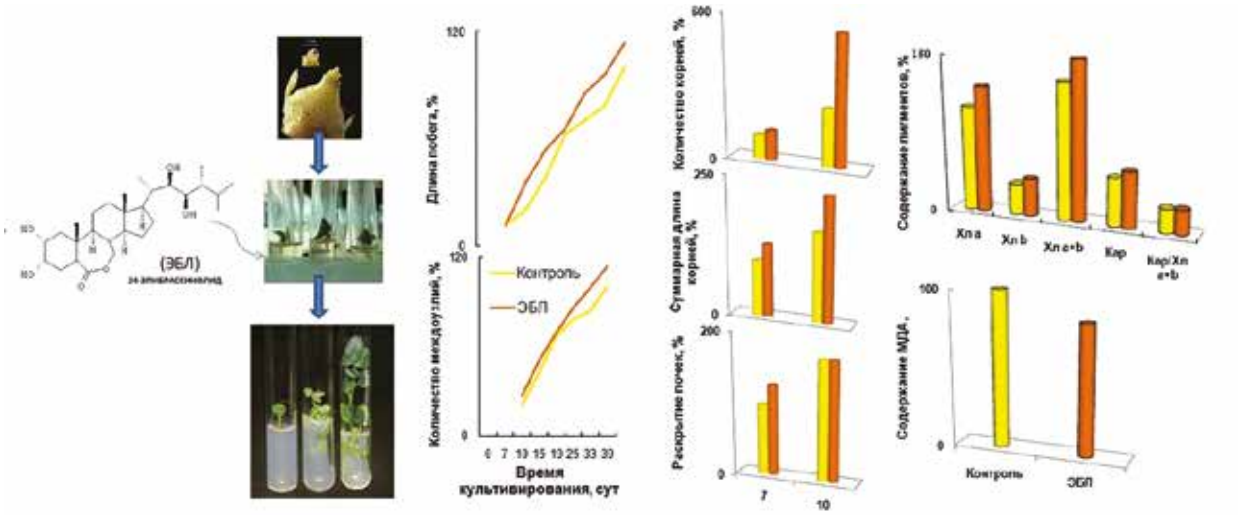
Г*оловацкая И.Ф., Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В., Никифоров П.Е., Карначук Р.А. Оптимизация условий освещения при культивировании микроклонов Solanum tuberosum L. сорта Луговской in vitro // Вестник Томского государственного университета. Биология (2013) 4(24): 133–144*

Ефимова М.В., ... Плюснин И.Н., Головацкая И.Ф., Мурган О.К., Кузнецов Вл.В. Физиологические механизмы устойчивости растений Solanum tuberosum L. к хлоридному засолению // Физиология растений (2018) 65:196–206

Возьмите на заметку:

ЭБЛ повышает корнеобразование и коэффициент размножения, сокращает сроки клонирования оздоровленных регенерантов картофеля сорта Накра *in vitro.*

ЭБЛ снижает окислительный статус листьев, обеспечивая рост их поверхности.



Накопление и распределение цинка по тканям растения-гипераккумулятора *Noccaea caerulescens* из природной популяции и в условиях гидропоники

Кожевникова А.Д., Серегин И.В.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-217
E-mail: urtica8127@yandex.ru

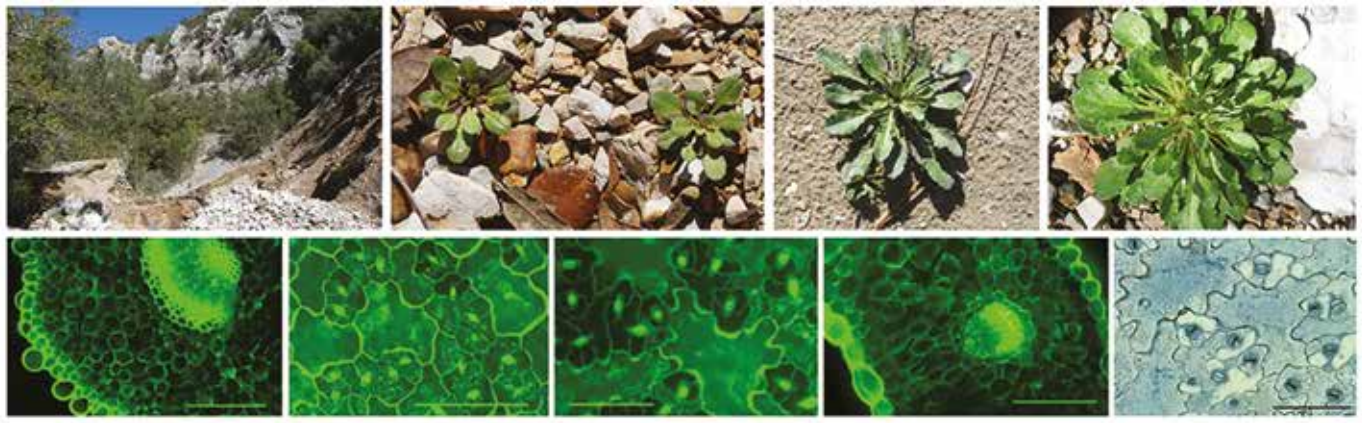
Проведен анализ распределения цинка (Zn) по тканям побега растений гипераккумулятора *Noccaea caerulescens* экотипа St Laurent le Minier из природной популяции и выращенных на растворе Хогланда при 2–1600 мкМ Zn. Содержание Zn в корнях и побегах определяли методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, а распределение Zn по тканям – гистохимическим методом с использованием индикаторов Zinpyr-1 и Zincon. Содержание Zn в побегах растений из природной популяции и выращенных на гидропонике при 200-1600 мкМ Zn было сходным и составляло около 12-15 г/кг сухой массы. Распределение Zn по тканям листа растений, собранных в природной популяции и выращенных на гидропонике, было сходным, что свидетельствует как о применимости этих гистохимических методов для оценки распределения Zn в растениях из природных популяций, так и о возможности экстраполяции полученных в лаборатории данных о закономерностях распределения Zn на растения природных популяций. Накопление Zn в водозапасающих клетках эпидермы листа и ограниченное его поступление в мезофилл способствуют высокой устойчивости *N. caerulescens* к Zn.
Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Грантов РФФИ № 15-04-02236 и 19-04-00369.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kozhevnikova A.D. et al. Zinc accumulation and distribution over tissues in Noccaea caerulescens in nature and in hydroponics: a comparison // Plant and Soil (2017) 411: 5-16. doi: 10.1007/s11104-016-3116-6

Возьмите на заметку:

Накопление Zn в вакуолях основных клеток эпидермы листа и его ограниченное поступление в клетки мезофилла способствуют высокой устойчивости гипераккумулятора *Noccaea caerulescens* к Zn.



Рост растяжением в корне кукурузы: хроника событий

Козлова Л.В.[1], Петрова А.А.[1], Горшков О.В.[1], Назипова А.Р.[1], Агеева М.В.[1], Меллерович Е.[2], Горсаз А.[3], Горшкова Т.А.[1]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[2]Umea Plant Science Centre, Umea, Sweden,
[3]Umea University, Umea, Sweden

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-218

E-mail: kozlova@kibb.knc.ru

Ранние этапы роста и развития растительных клеток включают деление, растяжение и дифференцировку. Последовательный переход от стадии к стадии удобно исследовать на кончиках корней за счет координированного характера роста клеток в них и отсутствия латеральных меристем. Мы провели транскриптомное профилирование пяти зон первичных корней кукурузы (чехлик, меристема, инициация растяжения, активное растяжение, окончание растяжения) и распределили гены по четырем кластерам в соответствии с динамикой их экспрессии. ИК-микроспектроскопический анализ тех же зон позволил охарактеризовать биохимические преобразования, наблюдающиеся по мере развития клеток. Некоторые из обнаруженных закономерностей были верифицированы методом иммунодетекции с соответствующими антителами. Тургор и механические свойства клеточных стенок ризодермиса (ткани, предположительно ограничивающей скорость роста корней) были проанализированы с помощью атомно-силовой микроскопии. В докладе будет представлена хронология молекулярно-генетичеких, биохимических и биомеханических событий, сопровождающих рост растяжением в корне кукурузы. Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект № 18-14-00168.

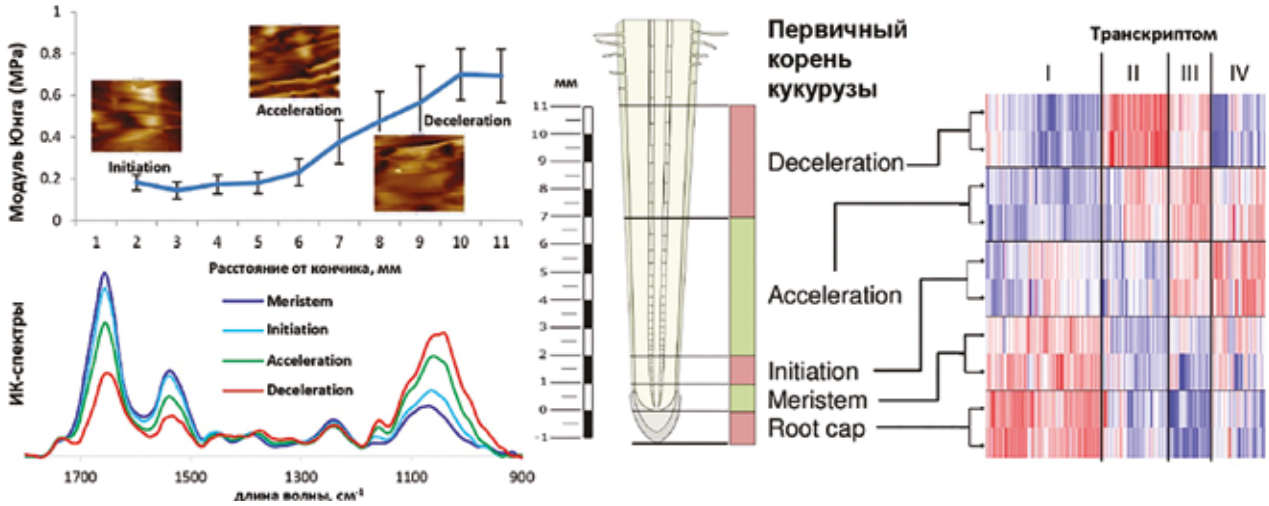
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kozlova L.V. et al. Arrangement of mixed-linkage glucan and glucuronoarabinoxylan in the cell walls of growing maize roots // Annals of Botany (2014) 114:1135–1145. doi: 10.1093/aob/mcu125.

Kozlova L.V., Gorshkov O.V., Mokshina N.E., Gorshkova T.A. Differential expression of α-L-arabinofuranosidases during maize (Zea mays L.) root elongation // Planta. 2015. V. 241. P. 1159–1172. doi: 10.1007/s00425-015-2244-1.

Возьмите на заметку:

Мы по-прежнему не знаем точно, что "включает" и "выключает" рост растяжением у злаков, но теперь больше знаем о том, что включается и выключается вместе с ним.



Биотехнологии в создании селекционного материала *Beta vulgaris* с высокой степенью гомозиготности

Колесникова Е.О., Бердников Р.В.

ООО «СоюзСемСвекла», Рамонь, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-219
E-mail: kolesnikovaeo@souzsemsvekla.ru

Для получения F1 гибридов сахарной свёклы необходимы чистые линии, которые классическими методами селекции создают в течение 12-14 лет. Использование биотехнологии удвоенных гаплоидов имеет преимущества, обеспечивая стратегию значительного сокращения времени селекционного цикла, облегчение идентификации, оценки и отбора полезных признаков. Из-за генетической изменчивости, универсальный протокол, позволяющий получить гаплоиды от любого генотипа *Beta vulgaris*, отсутствует. В работе использовали неоплодотворенные репродуктивные структуры сахарной свеклы. Эффективность гиногенеза и роста гаплоидных растений сильно варьировала. Среди факторов, способных оказать влияние на результативный признак, были выделены генотип, положение соцветия на стебле донорного растения, способ предобработки бутонов, состав культуральной питательной среды, концентрация и тип регуляторов роста. Выявление оптимальных условий способствовало снижению инфицированности материала, увеличению количества регенераций гаплоидов сахарной свеклы и их жизнеспособности, повышению эффективности диплоидизации и диагностики полученных форм.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Колесникова Е.О., Жужжалова Т.П. Использование биотехнологических приёмов в селекционном процессе для сахарной свёклы//Спец. выпуск журнала Прикладные информационные аспекты медицины, Воронеж. – т.20, № 4.- 2017.– С. 197–203. ISSN 2070-9277

Жужжалова Т.П., Колесникова Е.О., Черкасова Н.Н., Васильченко Е.Н. Перспективные технологии культуры изолированных тканей в селекционном процессе сахарной свеклы// Российская сельскохозяйственная наука, 2018.- № 6.– С. 13-17. DOI:10.31857/S250026270001825-2

Возьмите на заметку:

Главное преимущество получения удвоенных гаплоидов сахарной свеклы – ускоренное создание гомозиготных линий, что перспективно в создании гибридов.

Регуляторы роста играют ведущую роль в изменении эффективности гиногенеза при получении гаплоидов.

Защитное действие лактон- и кетон-содержащих брассиностероидов при хлоридном засолении

Коломейчук Л.В.[1], Вебер Е.И.[1], Малофий М.К.[1], Ефимова М.В.[1], Хрипач В.А.[2]

[1]ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", Томск, Россия, [2]Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-220

E-mail: kolomeychuklv@mail.ru

Засоление почв, вызванное техногенной деятельностью человека, наносит колоссальный ущерб агропромышленному комплексу. Перспективным методом защиты растений от стресса является использование фитогормонов.

Трёхнедельные растения рапса (*Brassica napus* cv. Вестар) до начала солевого стресса кратковременно предобрабатывали лактон- (24-эпибрассинолид) и кетонсодержащими (24-эпикастастерон) брассиностероидами.

Резистентность растений рапса к хлоридному засолению и защитное действие гормонов оценивали по ростовым (длина осевых органов, площадь ассимилирующей поверхности) и физиологическим (осмотический потенциал клеточного экссудата, степень перекисного окисления липидов, содержание фотосинтетических пигментов, флавоноидов, пролина, активность антиоксидантных ферментов) показателям. На основании полученных данных сделано заключение, что наиболее выраженным стресс-протекторным эффектом обладал 24-эпикастастерон. Исследования поддержаны грантом РНФ.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ефимова М.В. и др. Физиологические механизмы устойчивости растений Solanum tuberosum L. к хлоридному засолению // Физиология растений (2018) 65(3):96-206. doi:10.7868/S001533031803003X

Ефимова М.В. и др. Индуцированный брассиностероидами прайминг растений картофеля снижает окислительный стресс и повышает солеустойчивость // ДАН (2018) 478(6):723-726. https://doi.org/10.1134/S0012496618010106

DspE-зависимые изменения транскриптомов растений сем. Пасленовые при взаимодействии с *Pectobacterium carotovorum*

Колубако А.В.[1], Бадалян О.А.[1], Гоголева Н.Е.[2], Гоголев Ю.В.[2], Николайчик Е.А.[1]

[1]Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь,
[2]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань,Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-221

E-mail: kolubakoav@yandex.by

С помощью RNA-seq, кПЦР и вирус-индуцированного сайленсинга исследована роль основного эффекторного белка *Pectobacterium* carotovorum при заражении растений *Solanum tuberosum*, *Nicotiana benthamiana* и *Solanum bulbocastanum*. Показано непосредственное взаимодействие двух рецепторподобных перекрестно регулирующихся киназ RLK2 и RLK5 с эффектором DspE пектобактерий, вызывающее запуск реакции гиперчувствительности в зоне контакта с патогеном. На N. *benthamiana* показано участие в детекции пектобактерий MAP-киназ SIPK и WIPK, а также установлено участие в иммунном ответе сигнального белка NDR1 и компонента шаперонного комплекса SGT1, что предполагает дальнейшую передачу сигнала через белок CC-NB-LRR-типа. Сравнение транскриптомов растений картофеля, зараженных *P. carotovorum* дикого типа и dspE-мутантом позволило выявить более 9000 дифференциально экспрессируемых генов, экспрессия 1/3 которых зависит от DspE. Среди DspE-зависимых резко увеличена доля генов рецепторных протеинкиназ, а также связанных с метаболизмом жасмонатов и абсцизовой кислоты. В докладе будет представлена модель ингибирования ключевых иммунных реакций растений эффектором DspE.

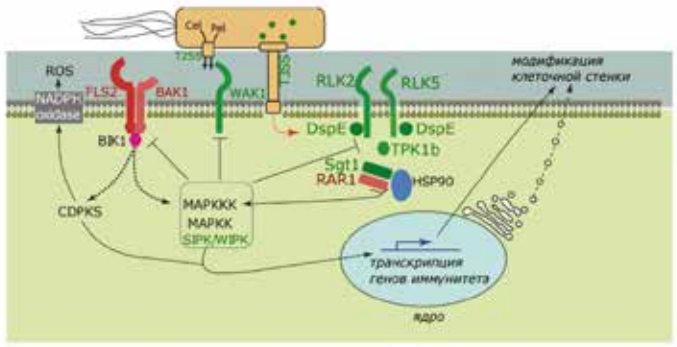
Основные публикации авторов по тематике доклада:

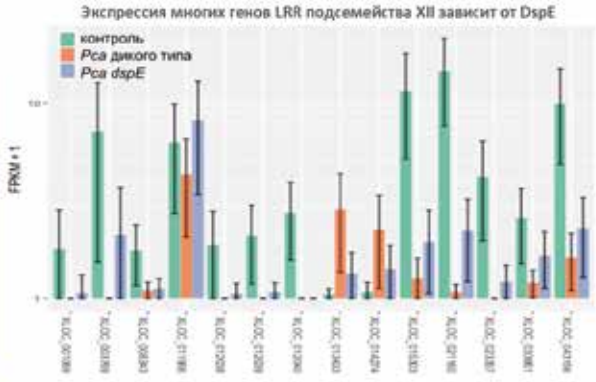
Колубако, А.В. Использование Solanum bulbocastanum для моделирования взаимодействий между патогеном Pectobacterium carotovorum и растением-хозяином // Известия Национальной академии наук Беларуси (2016) 2: 95-100. (3 и более авторов)

Колубако А.В., Николайчик Е.А. Роль NDR1 в реакции растений Nicotiana benthamiana на заражение бактериями Pectobacterium carotovorum // Молекулярная и прикладная генетика (2017) 23: 60-66. (1 или 2 автора)

Возьмите на заметку:

Pectobacterium carotovorum с помощью эффекторного белка DspE перенастраивает работу иммунной системы растений картофеля и специфически подавляет экспрессию генов рецепторных протеинкиназ и метаболизма абсцизовой кислоты.





Функционирование лактатдегидрогеназной ферментативной системы в листьях и корнях гороха (*Pisum sativum* L.) при гипоксии

Комарова Н.Р., Белоглазова А.А., Фалалеева М.И., Епринцев А.Т.

ФГБОУ ВО "Воронежский государственный университет", Воронеж, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-222
E-mail: nad1989@mail.ru

В условиях гипоксии, инициированной затоплением, недостаток кислорода возникает, не только в корнях, но и в листьях, в связи с закрытием устьиц. Электронтранспортная цепь митохондрий не функционирует в должном объеме и лактатдегидрогеназа (ЛДГ, КФ 1.1.1.27) может участвовать в реокислении гликолитического НАДН. В пользу этого свидетельствует более высокое сродство к пирувату, по сравнению с лактатом у обеих изоформ, выделенных из листьев и из корней гороха. Максимальная активность ЛДГ в листьях была выявлена на вторые сутки, в корнях – на первые. Очищенные препараты ЛДГ обладали удельной активностью 41,9 Е/мг белка (листья) и 80.5 Е/мг белка (корни), и степенью очистки – 101 и 43 раз (соответственно). Молекулярные массы фермента из листьев и корней составили 148 и 138 кДа, масса одной субъединицы – 37 и 34 кДа соответственно. Значения констант Михаэлиса ЛДГ по лактату составили 15 и 35 мкМ для листьев и корней, что указывает на высокую афинность ЛДГ к этому субстрату. Т.о. изоформы ЛДГ играют определенную роль в адаптации клетки к гипоксии.

Эффективные синтетические регуляторные элементы на основе природного ДНК-полиморфизма промоторов генов растений

Комахин Р.А., Ефремова Л.Н., Стрельникова С.Р.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-223

E-mail: komakhin@gmail.com

Работа предполагает изучение нескольких промоторов генов антимикробных пептидов растения мокрицы (*Stellaria media*) с целью создания новых регуляторных элементов для координированной экспрессии генов в двудольных растениях. Показано, что промоторы pro-SmAMP1 и pro-SmAMP2 в растениях N. *benthamiana, panca,* сахарной свеклы, картофеля и табака превосходят или сопоставимы по эффективности с вирусным промотором CaMV35S. Установлено, что минимальные промоторы из мокрицы различаются на 6% за счет точечных замен и инсерций вне канонических цис-элементов. При этом при транзиентной экспрессии pro-SmAMP1 в два раза сильнее, чем pro-SmAMP2, но последний более конститутивен при селекции трансгенных растений. Функциональный полиморфизм в нуклеотидных последовательностях нативных промоторов использован нами для создания новых синтетических промоторов, сочетающих их лучшие свойства. Также для получения новых регуляторных элементов методом прогулки по хромосоме клонированы промоторы генов α-харпинина *pro-SmAMP-X* и дефензина p*ro-SmAMP-D1*, не имеющие гомологии с другими известными промоторами и функциональные в клетках трансгенных растений. Работа поддержана РФФИ в рамках проекта № 19-016-00067.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Komakhin R et al., Novel strong promoter of antimicrobial peptides gene pro-SmAMP2 from chickweed (S. media) // BMC Biotechnol. 8;16(1):43. doi: 10.1186/s12896-016-0273-x.

Маджарова Н, Казакова К, Стрельникова С, Снычева О, Ветчинкина Е, Ефремова Л, Высоцкий Д, Бабаков А, Комахин Р. ПРОМОТОРЫ pro-SmAMP1 И pro-SmAMP2 ИЗ ДИКОРАСТУЩЕГО РАСТЕНИЯ S. MEDIA ДЛЯ БИОТЕХНОЛОГИИ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ // Физиология растений, 2018. №5, с.388-400. DOI: 10.1134/S0015330318050202

Возьмите на заметку:

Новые эффективные промоторы генов растений для генетической инженерии двудольных. ДНК-полиморфизм между различающимися по функционалу промоторами - путь к созданию новых синтетических промоторов, объединяющих их лучшие свойства.

Влияние узкоспектрального света на изменение метаболизма в тканях генеративных побегов тюльпанов при зимней выгонке

Кондратьева В.В.[1], Шелепова О.В.[1], Воронкова Т.В.[1], Семёнова М.В.[1], Олехнович Л.С.[1], Бидюкова Г.Ф.[1], Енина О.Л.[1], Серая Л.Г.[2], Калембет И.Н.[2]

[1]ФГБУН "Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН", Москва, Россия,
[2]ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии", Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-224
E-mail: sem_ma@mail.ru

Изучали действие наиболее распространенной для досветки растений светодиодной лампы E27 par 50w 220v smd 5730 и светодиодной панели 30% синего, 440-460 нм и 70% красного, 630-660 нм света (II) на биометрические характеристики и метаболизм в тканях тюльпана сорта Стронг Голд. Контроль (К) - растения при естественном освещении. В результате эксперимента установлено, что во II изменение избирательной проницаемости мембран клеток было замедлено по сравнению с I и контролем. К концу опыта выход ионов K+ во II возрос в 2 раза по сравнению с исходным, а в I и контрольном вариантах - в 3 раза. Уровень АБК во все сроки развития генеративного побега был выше в тканях листьев II в 2 раза по сравнению с К и в 1,5 раза по сравнению с I. Содержание салициловой кислоты в тканях листа II было минимальным в течение всего эксперимента по сравнению с контролем, а в I близко к К. Уровень моносахаров незначительно отличался по вариантам, но был выше К. Оптимальные биометрические характеристики были у генеративных побегов во II. Они имели большую массу, длину и плотность стебля, размер бутона и интенсивность его окраски. Окрашивание бутонов I и II началось на неделю раньше, чем в контроле.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Шелепова О.В., Кондратьева В.В., Калембет И.Н., Воронкова Т.В., Семенова М.В., Белошапкина О.О., Серая Л.Г. Использование узкополосного спектра фотосинтетически активной радиации при выгонке тюльпанов и их защите от болезней // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. №9. С.70-74. (RSCI).

Возьмите на заметку:

Досветка узкоспектральным светом от светодиодных панелей способствовала перестройке метаболизма в тканях генеративного побега тюльпана, что ускорило рост и развитие цветков и повысило их качество.

Транскриптомные ответы АБК-деградирующей бактерии *Novosphingobium sp.P6W*

Коннова Т.А.[1], Балкин А.С.[2], Исмаилов Т.Т.[1], Ермеккалиев Т.С.[3], Дмитриева С.А.[1], Гоголева Н.Е.[1], Гоголев Ю.В.[1]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделеин ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия, [2]Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, Оренбург, Россия, [3]Казанский федеральный университет, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-225

E-mail: tatiana.a.konnova@gmail.com

Стимулирующие рост растений ризобактерии (PGPR) обладают способностью синтезировать многие растительные гормоны, участвовать в деградации фитогормонов или их предшественников, а также влиять на синтез гормонов растениями. Благодаря этому PGPR играют важную роль в адаптации растений. Абсцизовая кислота (АБК) отвечает за созревание и переход к покою семян, опадение листьев, участвует в регуляции водного обмена и адаптацию растений к абиотическим стрессам. Исследование трансформации АБК почвенными микроорганизмами может помочь в понимании регуляторных процессов, происходящих в ризосфере. Штамм *Novosphingobium sp.P6W* был описан ранее как способный к АБК-деградации, но ферменты, необходимые для полной биоконверсии вещества не охарактеризованы. В работе представлен транскриптомный анализ Novosphingobium sp.P6W при росте на среде с АБК по сравнению с ростом на среде с добавлением фруктозы, и безуглеродной среде. Сравнение профилей транскриптомов показало, что первичное действие АБК на клетки бактерий имеет эффект, подобный голоданию. На основании полученных данных были предложены гены-кандидаты, участвующие в утилизации АБК.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, грант 17-14-01363

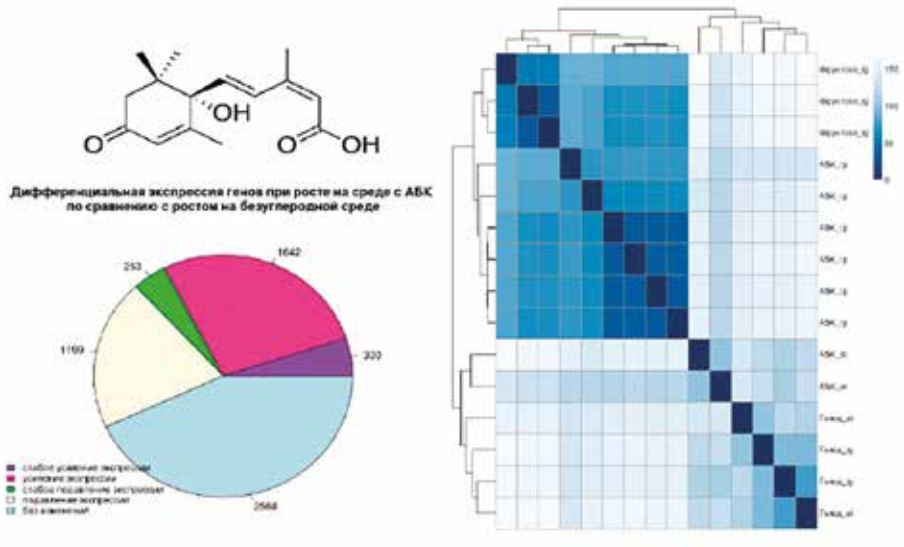
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gogoleva N.E. et al. Complete genome sequence of the abscisic acid-utilizing strain Novosphingobium sp. P6W // 3 Biotech (2019) 9:94. https://doi.org/10.1007/s13205-019-1625-8

Возьмите на заметку:

Охарактеризованы транскриптомные профили *Novosphingobium* sp.P6W при росте на среде с АБК,стандартной среде и голодании по углероду

На основе полученного спектра дифференциально экспрессируемых генов предложены предполагаемые ферменты катаболизма АБК



Анализ накопления редкоземельных элементов в древесных растениях, произрастающих в условиях вулканических ландшафтов Курильских островов

Копанина А.В., Ершов В.В., Власова И.И.

ФГБУН "Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН", Южно-Сахалинск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-226
E-mail: anna.kopanina@gmail.com

Выполнен анализ распределения редкоземельных элементов в древесных растениях Курильских островов, произрастающих в различных экологических условиях: в высокогорьях, на холодных морских и океанических побережьях, в ландшафтах активных магматических вулканов. Известно, что лантаноиды обладают высокой биохимической и биологической активностью, т.е. оказывают влияние на физиологические процессы в растениях. Проведенные нами исследования накопления широкого спектра химических элементов, в том числе редкоземельных позволяет предположить, что их высокие концентрации в древесных растениях в вулканических ландшафтах, могут давать негативный физиологический эффект, который будет находить свое отражение в структурной организации коры и древесины стебля на протяжении всего онтогенеза. Можно предположить, что в условиях газогидротермальных источников вулканов происходит повышение интенсивности фотосинтеза и, как следствие, увеличение (большее, чем в норме) количества органического вещества и дифференциация путей расходования, утилизации пластического материала в растении.

При поддержке РФФИ (15-04-04774) и в рамках госзадания Института.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Копанина А.В., Власова И.И., Вацерионова Е.О. Структурные адаптации древесных растений к условиям вулканических ландшафтов Курильских островов // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук (2017) 1: 88-96.

Копанина А.В. Структурные эколого-анатомические исследования древесных растений Сахалина и Курильских островов // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН Вып. 15 (2016) 2: 36-38.

Возьмите на заметку:

Накопление высоких концентраций химических элементов в древесных растениях в вулканических ландшафтах может давать негативный физиологический эффект, который отражается в структурной организации тканей стебля в течение всего онтогенеза.

Нативные пулы фитохрома А различаются по фосфорилированию серина в N-конце молекулы и опосредуют разные типы фотоответов

Коппель Л.А.[1], Bolle C.[2], Kim J.-I.[3], Синещёков В.А.[1]

[1]ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия,
[2]Biology Department, Ludwig Maximilian University, München, Germany,
[3]Kumho Life Science Laboratory, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-227
E-mail: koppellar@gmail.com

Фитохром А, основной и наиболее универсальный фоторецептор растений, представлен в клетке двумя формами, phyA’ и phyA”. Их структурные различия и функциональные свойства были предметом нашего изучения с использованием низкотемпературной флуорометрии и фотохимии фитохрома in vivo. Исследованы трансгенные растения арабидопсис, дефицитные по собственному phyA и экспрессирующие мутантный phyA с заменой остатков серина на аланины в N-конце молекулы, блокирующей их фосфорилирование. Замена первых 10 серинов в phyA (риса) (phyA 10SA) приводила к исчезновению phyA’, что проявлялось в доминировании высокоэнергетических фотоответов растений (HIR) над сверхнизкоэнергетическими (VLFR). Мутации по известным сайтам ауто-фосфорилирования phyA (овса) (S8A, S18A, S8/18A), повышающие его стабильность и функциональную чувствительность, не изменяли содержания двух его изоформ. Полученные данные и анализ литературы позволяют заключить, что phyA' опосредует фотоответы типа VLFR, а phyA" – HIR и низкоэнергетические (LFR), и что транс-фосфорилирование phyA” (по серинам, отличным от S8 и S18) с образованием phyA’ является механизмом дифференциации фоторецептора на подпулы

Основные публикации авторов по тематике доклада:

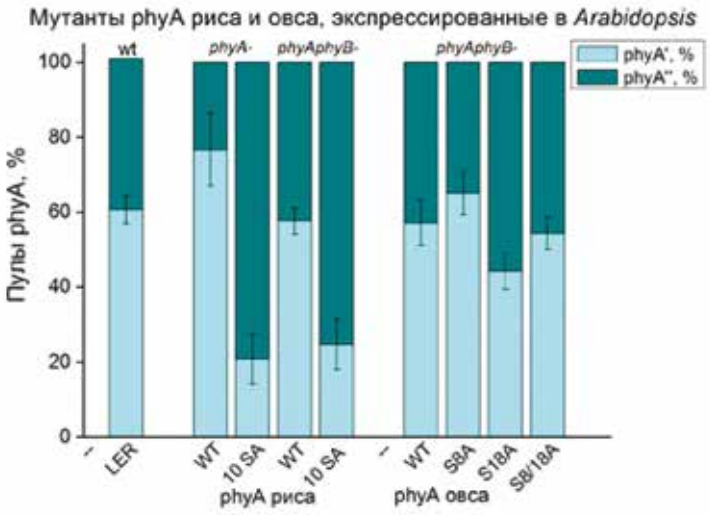
Sineshchekov V. A. et al. Two native types of phytochrome A, phyA' and phyA", differ by the state of phosphorylation at the N-terminus as revealed by fluorescence investigations of the Ser/Ala mutant of rice phyA // Funct. Plant Biol. (2018) 45: 150-159. doi.org/10.1071/FP16261

Sineshchekov V.A. et al. The dephosphorylated S8A and S18A mutants of (oat) phytochrome A comprise its two species, phyA' and phyA' // Photochem. & Photobiol. Sci. (2019) DOI: 10.1039/C8PP00574E

Возьмите на заметку:

Нативные пулы фитохрома А (phyA' и phyA") различаются трансфосфорилированием по серинам в N-конце молекулы, отличным от аутофосфорилированных S8 и S18.

Фосфорилированный phyA' опосредует фотоответы типа VLFR, дефосфорилированный phyA" - HIR и LFR.



Роль мембранного транспорта цитокининов в регуляции удлинения корней

Коробова А.В.[1], Ахиярова Г.Р.[1], Кулуев Б.Р.[2], Mohlmann T.[3], Веселов С.Ю.[4], Кудоярова Г.Р.[1]

[1]Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия,
[2]ИБГ УФИЦ РАН, Уфа, Россия,
[3]University of Kaiserslautern, Kaiserlautern, Germany,
[4]ФГБО ВПО "Башкирский государственный университет", Уфа, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-228

E-mail: muksin@mail.ru

Цитокинины (ЦК) регулируют удлинение корней, что важно для адаптации растений к условиям окружающей среды. Распределение ЦК между органами может зависеть от трансмембранного переноса. Это предположение подтверждают результаты опытов, в которых обработка растений твердой пшеницы зеатином приводила к накоплению ЦК в корнях, а введение протонофора, нарушающего вторично активный мембранный транспорт, повышало содержание ЦК в ксилеме и побегах. У растений арабидопсиса, мутантных по гену ENT3, кодирующему переносчик рибозидов азотистых оснований, содержание ЦК в корнях было ниже, а корни - длиннее по сравнению с исходным экотипом Columbia (COL). Мутант не превосходил растения исходного генотипа по активности цитокининоксидазы, и не уступал ему по уровню транскриптов IPT1, 3, 5 и 7 в корнях, в то время как обработка зеатинрибозидом приводила к более выраженному накоплению ЦК в побегах *ent3-1* мутанта. Следовательно, низкий уровень ЦК в корнях мутанта не связан с изменением распада или синтеза этих гормонов, а мог быть следствием их перераспределения в побег. Таким образом, нами впервые показано, что переносчик ENT3 играет важную роль в контроле уровня ЦК в корнях и их удлинения.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kudoyarova G.R. et al. Accumulation of cytokinins in roots and their export to the shoots of durum wheat plants treated with the protonophore...//J Exp Bot (2014) 65:2287-2294. doi: 10.1093/jxb/eru113

Veselov S.Yu. et al. Study of cytokinin transport from shoots to roots of wheat plants is informed by a novel method of differential localization of free cytokinin bases or their ribosylated forms...//Protoplasma (2018) 255:1581-1594. doi: 10.1007/s00709-018-1248-7

Возьмите на заметку:

Мембранные переносчики цитокининов способствуют накоплению гормонов в клетках корней пшеницы, препятствуя оттоку в побег.

Переносчик рибозидов азотистых оснований ENT3 у арабидопсиса снижает транспорт цитокининов из корней в побеги.

Критерии отбора засухоустойчивых форм льна (*Linum usitatissimum* L.)

Королев К.П., Боме Н.А., Крамар К.В.

ФГАУ ВО"Тюменский государственный университет", Тюмень, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-229
E-mail: corolev.konstantin2016@yandex.ru

Недостаток влаги является одним из лимитирующих факторов среды для оптимального роста, развития растений, получения высокой биологической продуктивности льна. В связи с этим нами выполнены исследования по изучению реакции льна на недостаток влаги в моделируемых (лабораторных) и естественных (полевых) условиях. Выявлена неоднозначная реакция 20 сортов льна при использовании в качестве стресс-агента растворов сахарозы. У большинства из изученных сортов на провокационном фоне отмечено снижение биологических свойств семян, морфометрических параметров проростков, накоплению сырой и сухой биомассы. Сорта льна в полевых условиях различались между собой по водоудерживающей и водопоглотительной способности листьев. В качестве дополнительного критерия оценки стрессоустойчивости изучено содержание хлорофилла с использованием оптического счетчика SPAD-502 Plus. Отобраны сорта льна-долгунца и льна масличного с высоким хлорофилловым индексом (I), индексом стрессоустойчивости (STI), которые можно рекомендовать в качестве исходного материала для селекционно генетических исследований.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Боме Н.А., Ушакова Т.Ф., Боме А.Я. Комплексная оценка яровой пшеницы (Triticum aestivum L.) с выявлением источников засухоустйчивости // Естественные и технические науки (2014) 9-10:67-71

K.P. Korolev, N.A. Bome. Use of morfophysiological markers in intraspecific polymorphism analysis of flax (Linum usitatissimum L.) // Agricultural biology (2018) 53(5):927-937. doi: 10.15389/agrobiology.2018.5.927eng

Возьмите на заметку:

1. В качестве критерия засухоустойчивости льна перспективно использование показаний SPAD-502 Plus.

2. Информативность результатов можно повысить при комплексном использовании морфофизиологических критериев в научных экспериментах.

Активность световых и темновых реакций фотосинтетического аппарата при изменении интенсивности света. Теоретический анализ с использованием модели Фаркьюхара.

Кособрюхов А.А.

ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-230
E-mail: kosobr@rambler.ru

Одним из основных подходов к изучению путей приспособления растений к изменившимся условиям внешней среды является исследование динамических характеристик изучаемых процессов. Наряду кратковременным (сек, мин) и длительным (дни, недели) воздействием факторов среды на фотосинтетический аппарат большое внимание уделяется изучению действия и последействия факторов в часовых временных интервалах. Такой подход позволяет оценить характер ответной реакции, определяемый не только скоростью реакций световой стадии фотосинтеза, но и выявить уровень активности, зависящей от скорости темновых процессов, пулом ассимилятов, донорно-акцепторными отношениями и другими процессами в листе и целом растении. С использованием современных моделей анализа световых и углекислотных кривых фотосинтеза, проведен анализ активности световых и темновых реакций фотосинтетического аппарата растений при изменении уровней интенсивности света в широком диапазоне ФАР. Использование такого подхода позволяет оценить действие факторов внешней среды в часовой динамике изменения фотосинтетических процессов в интактной системе целого листа.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Мартиросян Ю.Ц., Мартросян Л.Ю., Кособрюхов А.А. Динамика фотосинтетических процессов в условиях переменного спектрального облучения растений // С-х биология (2019) 54 (1)

Возьмите на заметку:

Представлена динамика изменения активности Рубиско, скорости утилизации триозофосфатов и регенерации РБФ при изменении интенсивности света в широком диапазоне ФАР в течение нескольких часов.

Освещенность в степных агроценозах с участием сорго и подсолнечника

Косогова Т.М.[1], Решетняк Н.В.[2], Барановский А.В.[2]

[1]Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко, г. Луганск,
[2]Луганский национальный аграрный университет, г. Луганск
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-231
E-mail: kosogova@list.ru

Изучали освещенность в посевах сорго и подсолнечника, выращиваемых в агроценозах ЛНАУ. В вариантах со сроками сева – *ранневесенний, оптимальный, поздний* – отмечали фенофазы с учетом освещенности, температуры, облачности, относительной влажности, силы ветра, запасов продуктивной влаги в 1,5 м слое почвы и др. Так, фенофаза «цветение» в варианте с ранневесеннем сроком сева отмечена во 2-3 декаду июня. Температура и освещенность посевов в этот период были благоприятными для ростовых процессов (2050 тыс. лк.), что сказалось на более высокой урожайности. Фенофаза «цветение» в варианте с *оптимальным сроком* сева подсолнечника отмечена в 1-2 декаду июля, освещенность посевов была в пределах 30-75 тыс лк, что в совокупности с температурным показателем и другими экологическими факторами является более негативными; при позднем сроке сева фаза "цветение" отмечена в 3 декаде июля-1 декаде августа. Освещенность в указанный период была в пределах 30-65-тыс. лк. При ранневесеннем сроке сева подсолненчика урожайность семянок была достоверно выше по сравнению с оптимальным и поздним сроком сева. Обсуждается механизм действия света путем активации RUBISCO сорго и подсолнечника.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kosogova T.M., Rusinova N. G., Karapetyan N. V. Effects of norflurazon on CO2 fixation and Rubisco activity in some C3 and C4 plants under different light intensity // Botanica Pacifica. A journal of plant science and conservation. 2016. 5(1): 87–90. DOI:10.17581/bp.2016.05110

Подсолнечник (Helianthus annuus L.) в Донбасском регионе / Ред. Н.В. Решетняк, В.Е. Стотченко, Т.М. Косогова. – Луганск: ФЛП Пальчак А.В., 2017. 536 с.

Возьмите на заметку:

RUBISCO (E.C. 4.1.1.39) – фермент связывания CO_2 при фотосинтезе; активность варьирует в зависимости от вида растения и освещенности.

Устойчивость ассоциации *in vitro* микрорастений картофеля с бактериями *Azospirillum brasilense*

Костина Е.Е.[1], Каргаполова К.Ю.[1], Бурыгин Г.Л.[1,2], Ткаченко О.В.[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия,
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-232

E-mail: oktkachenko@yandex.ru

Инокуляция растений картофеля рост-стимулирующими ризобактериями позволяет стимулировать рост и развитие микрорастений и повышать их устойчивость к абиотическому стрессу и фитопатогенам. Целью данной работы было создание и изучение устойчивых ассоциаций картофеля сорта Невский со штаммами A. *brasilense* в условиях *in vitro*. Коллекционные штаммы A. *brasilense*, не растущие на среде с сахарозой, и не вызывающие зарастания среды культивирования микрорастений, были проанализированы на рост-стимулирующую активность по отношению к картофелю в условиях *in vitro*. Культуры штаммов A. *brasilense* Sp7, Sp245, S27, SR80 и SR88 были использованы для инокуляции картофеля с последующим клональным размножением полученных микрорастений в течение 5 поколений. Иммунохимическими методами установлено, что все пять штаммов сохранялись в ассоциации с растениями в течение всего эксперимента. Выявлены улучшения ростовых характеристик и приживаемости полученных микроклонов относительно стерильных растений. Полученные данные могут быть использованы в дальнейших фундаментальных и прикладных исследованиях. Данная работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-016-00116.

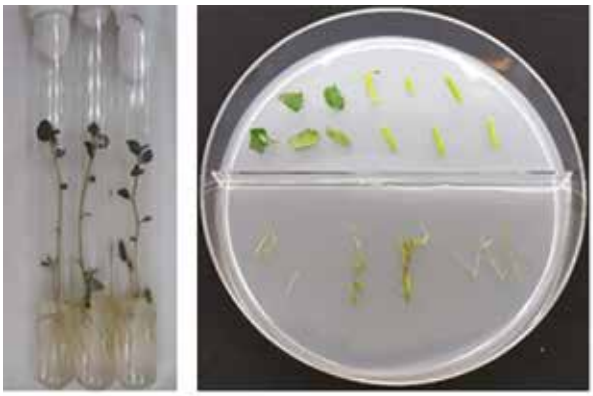
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tkachenko O.V. et al. Improved potato microclonal reproduction with the plant growth-promoting rhizobacteria Azospirillum // Agronomy for Sustainable Development, 2015.Volume 35, Issue 3 (2015), Page 1167-1174. DOI 10.1007/s13593-015-0304-3

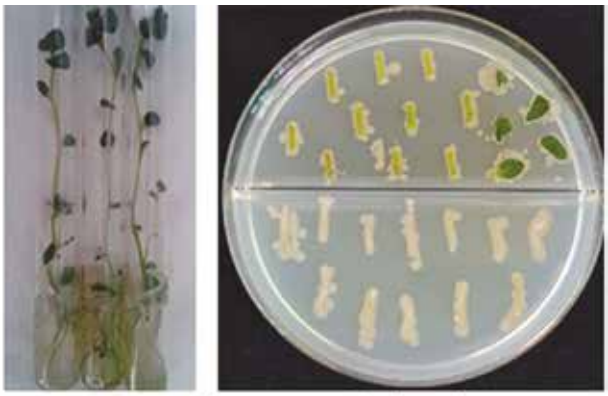
Возьмите на заметку:

Пять штаммов бактерий *Azospirillum brasilense* способны сохраняться в ассоциации с растениями *in vitro* в течение 5 поколений.

Выявлено улучшение роста и приживаемости инокулированных бактериями микроклонов относительно стерильных растений.



Контроль



Опыт: 5 штаммов A. brasilense
5 поколений микроклонирования

Использование данных липидомики для изучения пересечений путей синтеза мембранных липидов: причины и возможные последствия высокой молекулярной гетерогенности фосфатидилхолинов в клетках грибов и растений

Котлова Е.Р.[1], Виноградская М.А.[1], Сеник С.В.[1], Фролова Г.М.[2], Зыкин П.А.[3], Мурадымов М.З.[1], Пузанский Р.К.[3], Шаварда А.Л.[1]

[1]ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия, [2]Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия, [3]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-233

E-mail: kotlova@yandex.ru

В последние годы, данные о совокупности индивидуальных липидных молекул (липидоме), получаемые преимущественно с помощью ESI-MS, MALDI-MS, начали применяться в исследованиях путей метаболизма липидов. Весьма перспективным липидомный подход оказался для изучения грибов и растений, характеризующихся особым многообразием путей биосинтеза липидов, в частности, ключевых компонентов мембран – фосфатидилхолинов (ФХ) и фосфатидилэтаноламинов (ФЭ). Например, синтез ФХ может происходить путем: 1) метилирования ФЭ, 2) превращения холина в CDP-холин и его присоединения к диацилглицерину (ДАГ), 3) метилирования фосфоэтаноламина до фосфохолина, образования CDP-холина и его присоединения к ДАГ. У ряда представителей Ochrophyta ФХ не синтезируются. Липидомный подход демонстрирует, что помимо разнообразия путей метаболизма полярной группы различия можно проследить и в распределении потоков ДАГ, которые имеют свою специфику в зависимости от систематического положения организма, стадии онтогенеза, воздействия. Особая гетерогенность молекулярных видов ФХ, наблюдаемая на отдельных этапах развития, может быть связана с рекрутированием ДАГ, не вовлекаемых в синтез других фосфолипидов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Котлова Е.Р. и др. Изменение состава мембранных глицеро- и сфинголипидов в ходе развития поверхностной культуры Flammulina velutipes // Микробиология. 2009. Т. 78. № 2. С. 226-235.

Senik S.V. et al. Diacylglyceryltrimethylhomoserine content and gene expression changes triggered by phosphate deprivation in the mycelium of the basidiomycete Flammulina velutipes // Phytochemistry. 2015. V. 117. P. 34-42.

Возьмите на заметку:

Фосфатидилхолины и фосфатидилэтаноламины в грибах и растениях не всегда являются неотъемлемым конститутивным элементом мембран, на протяжении жизненного цикла их биосинтез может претерпевать существенные изменения вплоть до полной инактивации.

Особенности работы фотосистем хлоропластов ячменя, выращенного на узкополосном синем и красном свету

Кочетова Г.В., Бассарская Е.М., Жигалова Т.В., Аверчева О.В.

ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова", биологический факультет, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-234

E-mail: olga.avercheva@gmail.com

Давно известно, что наиболее эффективны для фотосинтеза синий (СС) и особенно красный (КС) диапазоны света. При выращивании на узкополосном светодиодном свету (LED) растения могли полностью осуществить свой жизненный цикл, но имели существенные отклонения как на морфологическом, так и на биохимическом уровнях. Парадоксально, что красный свет, наиболее эффективный для фотосинтеза, оказался неблагоприятным для формирования фотосинтетического аппарата. У длительно выращиваемых на КС растений были снижены параметры работы как световой фазы, так и общего фотосинтеза. Точные причины и механизмы нарушений развития фотосинтетического аппарата при долгом выращивании растений на узкополосном свету пока не известны. Мы исследовали 9-дневные растения ячменя, выращенные под LED-освещением СС и КС (контрольные растения — на белом люминесцентном свету). На выделенных хлоропластах полярографическим методом определяли скорости потока электронов через каждую фотосистему по отдельности, а также работу всей ЭТЦ (на фоне разобщения). У КС-растений показано снижение активности ФС1 и особенно всей цепи. У СС-растений работа ФС1, ФС2 и всей цепи, наоборот, выше, чем в контроле.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

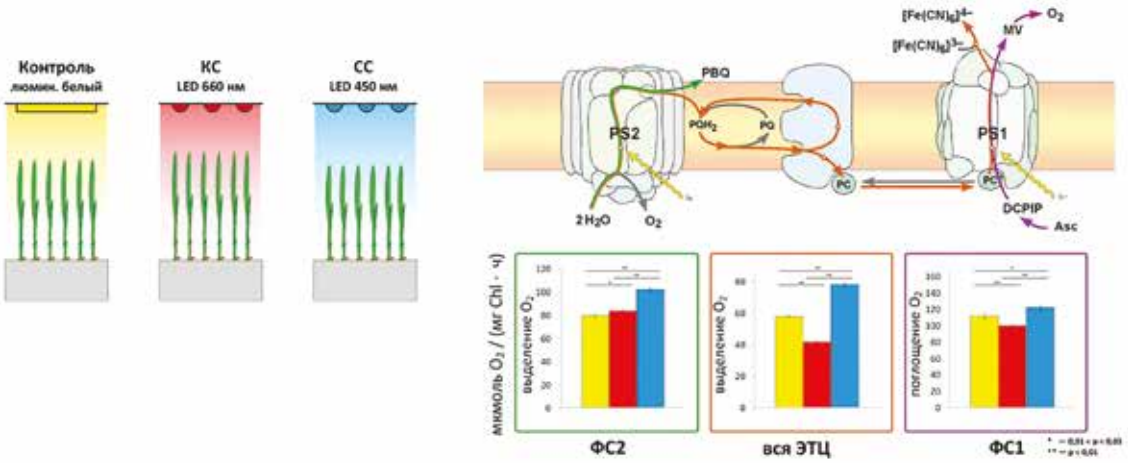
Avercheva O. et al. Biochemical, photosynthetic and productive parameters of chinese cabbage grown under blue-red led assembly designed for space agriculture // Advances in Space Research (2014) 53(11): 1574–1581 doi: 10.1016/j.asr.2014.03.003

Kochetova G.V. et al. Long-term acclimation of barley photosynthetic apparatus to narrow-band red and blue light // Photosynthetica (2018) 56(3): 851-860 doi: 10.1007/s11099-017-0736-x

Возьмите на заметку:

Долгое выращивание растений на узкополосном свету приводит к отклонениям в формировании фотосинтетического аппарата.

Аналогично многим другим параметрам фотосинтеза, у КС-растений снижена активность ФС1 и особенно всей ЭТЦ, у СС-растений — повышена.



Роль двухкомпонентной системы PhoQ/PhoP *Pectobacterium carotovorum* во взаимодействии с растением-хозяином

Кравченко У.А.[1], Гоголева Н.Е.[2,3], Крук А.Н.[1], Дюбо Ю.В.[1], Гоголев Ю.В.[2,3], Николайчик Е.А.[1]

[1]Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
[2]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
[3]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-235
E-mail: ulyaulyami@gmail.com

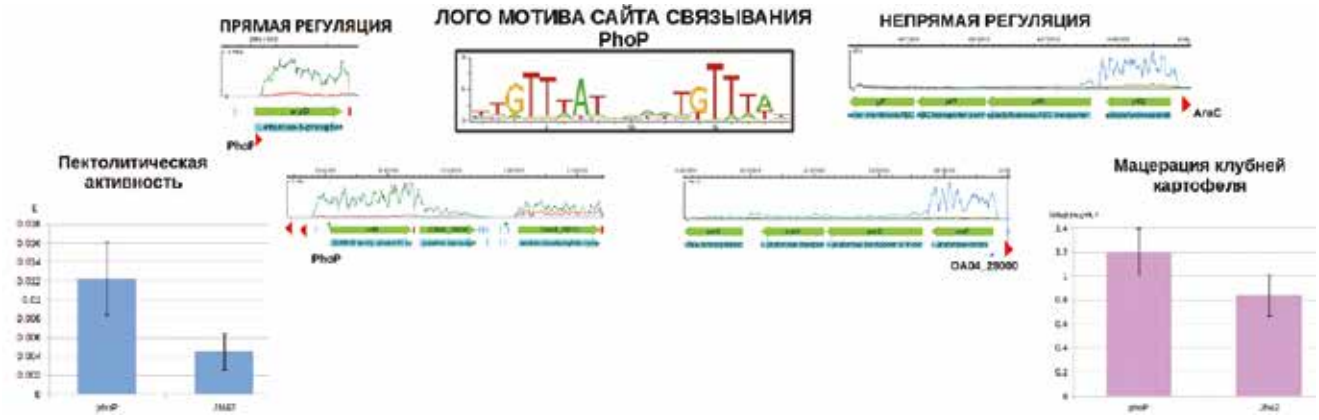
Установление определенного типа взаимоотношений между растением и патогеном во многом зависит от работы сигнальных систем обоих организмов. Двухкомпонентная система PhoPQ типична для энтеробактерий, но контролируемые с ее помощью регулоны сильно отличаются даже у близких видов. Поскольку среди известных лигандов сенсорной киназы PhoQ есть ионы Mg2+/Ca2+ и антимикробные катионные пептиды, PhoPQ может играть важную роль во взаимодействии с растением.

RNA-seq анализ показал, что инактивация phoP меняет экспрессию более 120 генов. Помимо стандартных для регулонов PhoP генов, связанных с внешней мембраной, выявлены специфичные для P. carotovorum члены регулона: набор генов транспорта и утилизации пектина, арабинозы и цитрата и гены устойчивости к теллуриту. Сравнение регуляторных областей членов регулона позволило определить операторный мотив для PhoP, с помощью которого удалось разделить напрямую и опосредованно регулируемые PhoP гены. Поскольку в ключевых функциональных категориях есть как активируемые, так и репрессируемые гены, мы предполагаем, что система PhoPQ участвует в перенастройке путей деградации и утилизации растительных компонентов по ходу развития инфекции.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кравченко У.А., Крук А.Н., Николайчик Е.А. ТРАНСКРИПЦИОННЫЙ ФАКТОР phoP КАК РЕГУЛЯТОР ВИРУЛЕНТНЫХСВОЙСТВ Pectobacterium sp.// Сборник тезисов конференции «Биология – наука XXI века», Пущино, 2018

Nikolaichik Y. SigmoID: a user-friendly tool for improving bacterial genome annotation through analysis of transcription control signals / Y. Nikolaichik, A.U. Damienikan // PeerJ. – 2016. – Vol. 4. – P. e2056.



Особенности развития культуры ткани пшеницы при обработке бактериальными биомакромолекулами и клетками

Красова Ю.В.[1], Ткаченко О.В.[2], Сигида Е.Н.[1], Евсеева Н.В.[1], Бурыгин Г.Л.[1], Лобачев Ю.В.[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов, Россия,
[2]ФГБОУ ВО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-236

E-mail: krasova.yuv@yandex.ru

Актуальным направлением развития технологии культуры тканей является поиск природных регуляторов процессов морфогенеза и дедифференциации клеток. В работе проведена оценка влияния бактериальных клеток, флагеллина полярного жгутика и липополисахарида (ЛПС) штамма *Azospirillum brasilense* Sp7 на морфогенез и выход регенерантов в каллусах мягкой яровой пшеницы *Triticum aestivum* L. сестринских линий ЛRht-B1c и ЛRht-B1a.

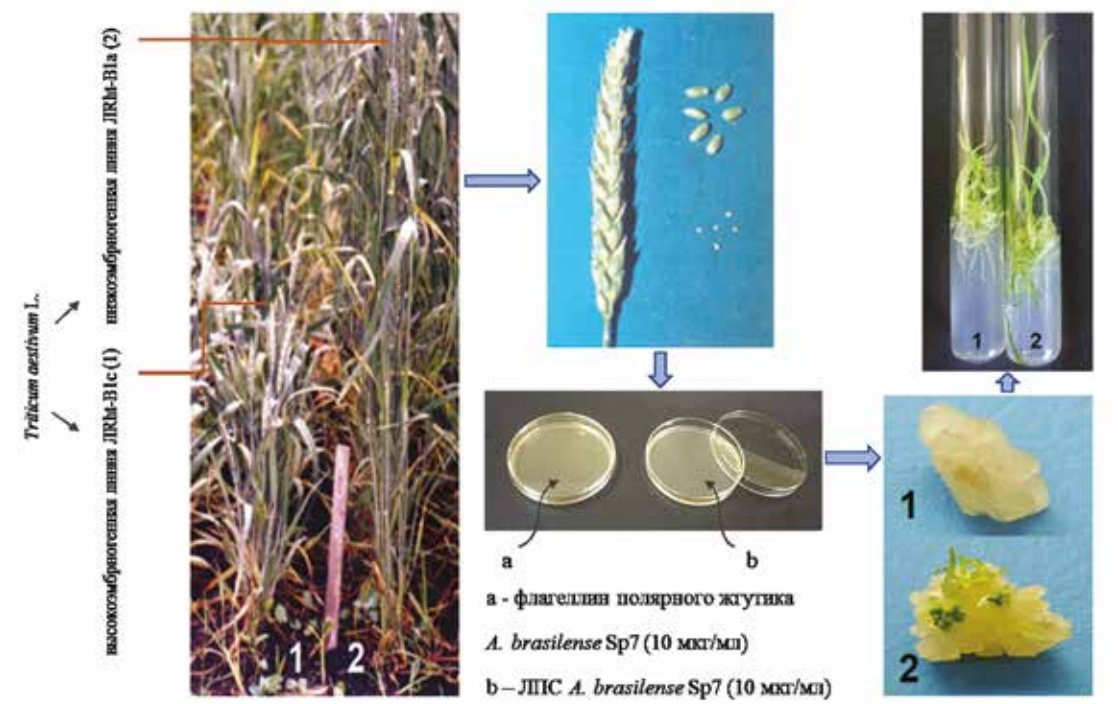
Выявлено, что обработка эксплантов из незрелых зародышей живыми клетками приводила к полной гибели каллусов, в отличие от действия инактивированных бактериальных клеток, что демонстрирует негативное влияние жизнедеятельности бактерий на каллусную ткань. Инактивированные клетки бактерий и их макромолекулы повышали выход каллусов линии ЛRht-B1c, а флагеллин также увеличивал выход каллусов линии ЛRht-B1a. Влияние компонентов бактериальных клеток на выход морфогенных каллусов практически отсутствовало. При действии клеток и флагеллина наблюдалось снижение выхода регенерантов линии ЛRhtB1c. При развитии морфогенных каллусов на среде с ЛПС наблюдалось достоверное увеличение выхода растений-регенерантов линии ЛRht-B1c.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-04-0144.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Evseeva N.V. et al. Effect of bacterial lipopolysaccharides on morphogenetic activity in wheat somatic calluses // World J. Microbiol. Biotechnol. – 2018. – Т. 34. – №. 1. – С. 3.

Sigida E.N. et al. Structural studies of the O-specific polysaccharide(s) from the lipopolysaccharide of Azospirillum brasilense type strain Sp7 // Carbohydr. Res. – 2013. – Т. 380. – С. 76-80.



Влияние фитохромной системы на стресс-устойчивость фотосинтетического аппарата

Креславский В.Д., Худякова А.Ю., Любимов В.Ю.

ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-237
E-mail: vkreslav@rambler.ru

Исследование стресс-устойчивости фотосинтетического аппарата (ФА) является актуальной проблемой. С использованием мутантов растений *A. thaliana*, дефицитных по фитохромам (*hy3, hy2, phyAphyB*) развивается идея о том, что фитохромная система участвует в регуляции устойчивости и адаптации ФА к стрессовым факторам, таким как УФ-радиация и свет высокой интенсивности. Пониженная устойчивость мутантов, оцененная методом переменной флуоресценции Хл а, к свету высокой интенсивности и УФ-радиации объясняется меньшим содержанием у мутантов УФ-поглощающих пигментов и антоцианов, пониженной активностью ключевых антиоксидантных ферментов и более высокой скоростью диссипации поглощенной энергии в тепло. Разница по всем физиологическим показателям была заметно больше, если растения выращивали на красном свету, когда криптохромы не активны. Сделано заключение, что защитное действие фитохромной системы в основном проявляется через накопление пигментов, поглощающих свет в УФ и видимой области, повышение активности антиоксидантных ферментов и содержания низкомолекулярных антиоксидантов, а также через увеличение скорости диссипации поглощенной световой энергии в тепло.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Kreslavski V.D. et al. The impact of the phytochromes on photosynthetic processes. // Biochim Biophys Acta Bioenergetics (2018) 1859:400-408. doi: 10.1016/j.bbabio.2018.03.003.

2. Kreslavski V.D. et al. Response of photosynthetic apparatus in Arabidopsis thaliana L. mutant deficient in phytochrome A and B to UV-B. // Photosynthetica (2018) 56:418–426. doi: https://doi.org/10.1007/s11099-017-0754-8.

Возьмите на заметку:

Сделано заключение, что фитохромная система вместе с криптохромами участвует в регуляции защитных механизмов фотосинтетического аппарата при высокой интенсивности света и повышенном уровне УФ-радиации.

Влияние препарата Циркон на адаптационные процессы растений *Rubus idaeus* L. к гипертермии и засухе

Кривушина Д.А.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур", Орел, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-238
E-mail: krivushina@vniispk.ru

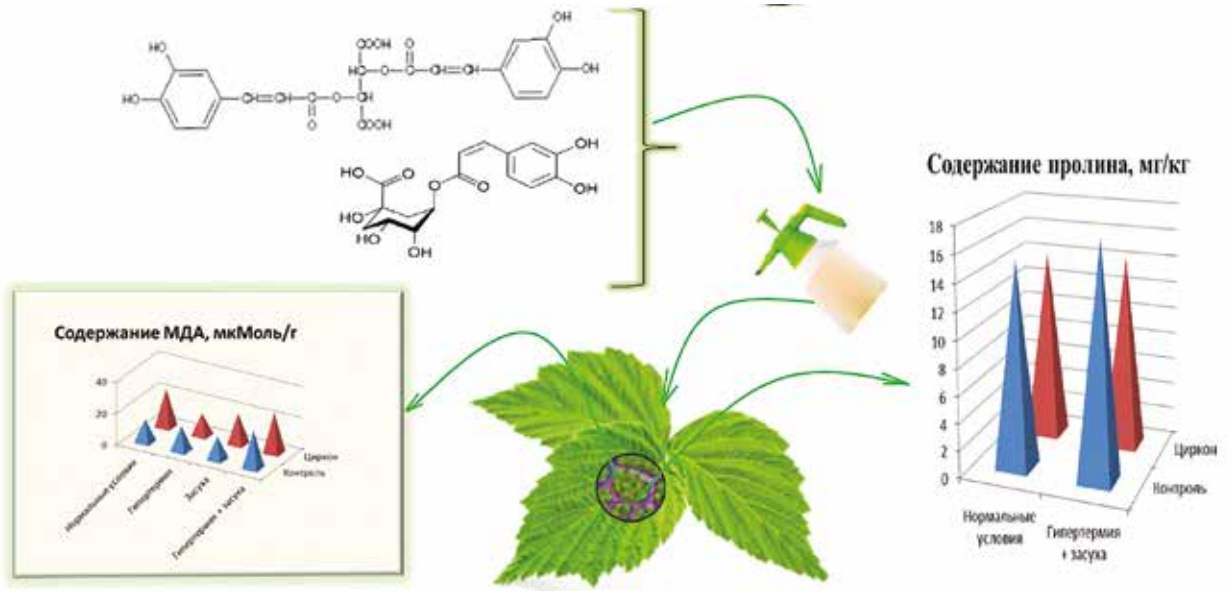
Препарат Циркон относиться к общедоступным синтетическим регуляторам роста, которые по своему эффекту способны заменить фитогормоны. Экзогенное обогащение растений *Rubus idaeus* L. гидроксикоричными кислотами оказывает протекторный эффект на развитие процессов липопероксидации, сохраняя структурно-функциональную целостность клеточных мембран. Обработки растений изучаемым раствором интенсифицировали активность антиоксидантной системы защиты, как в нормальных условиях, так и при стрессовых воздействиях. Экзогенное использование регуляторов роста позволит наметить пути воздействия на продуктивность растений за счет усиления адаптационного потенциала в условиях действия неблагоприятных факторов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кривушина Д.А. Действие гипертермии и засухи на интенсивность ПОЛ и активность антиоксидантной системы вишни обыкновенной (Prúnus cerásus L.) // Сборнике: Наука без границ и языковых барьеров Материалы международной научно-практической конференции. (2018) 58-62.

Возьмите на заметку:

Протекторный эффект гидроксикоричных кислот, выражающийся в снижении интенсивности ПОЛ, сохраняется как на фоне раздельного действия гипертермии и засухи, так и совместного.



Два транскрипционных фактора LuxR-семейства определяют вирулентные свойства *Pectobacterium* spp. через контроль транскрипции одного гена глобального регулятора

Крук А.Н.[1], Доменикан А.В.[1], Гоголева Н.Е.[2], Гоголев Ю.В.[2], Николайчик Е.А.[1]

[1]Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь, [2]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-239
E-mail: E-mail: alla.kruk2014@yandex.by

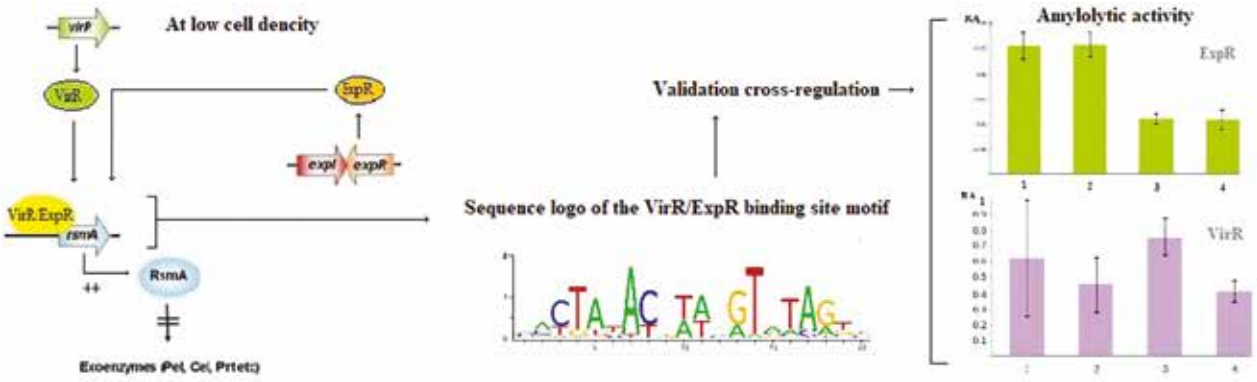
Иммунная система растений способна реагировать на широкий спектр воздействий, модулируя ответ в зависимости от их природы. Детекция растением продуктов неполного гидролиза компонентов клеточных стенок экзоферментами пектобактерий приводит к активации иммунной системы. Система кворум сенсинга патогена обеспечивает активацию массированной продукции экзоферментов по достижении пороговой плотности популяции, что позволяет избежать накопления элиситоров иммунитета.

Анализ структур ДНК-связывающих доменов паралогичных регуляторов кворум-сенсинга ExpR и VirR P. *carotovorum* и P. *atrosepticum* показал идентичность аминокислотных остатков, распознающих последовательность оператора. Способность обоих белков распознавать одну и ту же операторную последовательность подтверждена экспериментально с помощью EMSA и репортерных конструкций. Операторы, распознаваемые ExpR и VirR идентифицированы в геноме *P. carotovorum* всего в трех местах: перед самими генами expR, virR, а также перед геном глобального посттранскрипционного регулятора RsmA, который и отвечает за многочисленные физиологические эффекты кворум сенсинга.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Крук А.Н. Исследование перекрестной регуляции транскрипционных факторов кворум сенсинга Pectobacterium spp. // Сборник материалов конференции "Сигналинг и метаболизм"(2018) 91-95.

Крук А.Н. Роль PhoP в зависимом от кворум-сенсинга проявлении вирулентности Pectobacterium spp. // Тезисы докладов II Международной научно-практической конференции "Клеточная биология и биотехнология растений"(2018) 64-65.



Антибактериальная активность растений *Origanum vulgare* L. относительно энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis*

Крыжко А.В., Кузнецова Л.Н., Горелова В.В., Аметова Э.Д., Новиков И.Н.

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», Симферополь, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-240

E-mail: solanum@ukr.net

Применение энтомопатогенных бактерий *Bacillus thuringiensis* на растениях душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.) может быть сопряжено с трудностями ввиду наличия в составе вторичных метаболитов ряда бактерицидных веществ. Целью наших исследований было соотнести антибактериальную активность образцов душицы №1, №2, 100.1 и г4, различающихся компонентным составом эфирного масла относительно штаммов *B. thuringiensis* 994, 888, 0578. Максимальное антибактериальное действие на штаммы B. *thuringiensis* оказывают фитонциды душицы образцов 100.1 и г4. Фитонцидная активность образца г4 может быть связана с накоплением карвакрола (50,1%), п-цимена (5,7%) и эвкалиптола (2,39%) в эфирном масле. Сортообразец 100.1 характеризуется высоким содержанием карвакрола (75,59%). Фитонциды образцов №1, №2, 100.1 и г4 способны изменять морфологию колоний штаммов B. *thuringiensis*, а также их размер в 1,5 – 4,1 раз. Для образца №1 характерно накопление п-цимена, эвкалиптола, (до 1,2 %), а так же α-терпинеола (16,12 %) и карвакрола (4,0%). В эфирном масле образца №2 установлено наличие пцимена, эвкалиптола, γ-терпинена и тимола в количестве от 0,2 до 1,9 % от цельного масла, до 6,1% нераля, 17,9% карвакрола и до 39,0% α-терпинеола. Таким образом, антибактериальная активность O. *vulgare* относительно штаммов B. *thuringiensis* может быть связана с содержанием карвакрола, α-терпинеола, эвкалиптола, п-цимена и нераля в эфирном масле.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Влияние фитонцидов и экстрактивных веществ душицы обыкновенной (Origanum vulgare L.) на культуру бактерий энтомопатогенного штамма Bacillus thuriengiensis 0371 / А.В. Крыжко, Л.Н. Кузнецова, Е.Ф. Мягких // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. – Том 7. № 1. – С. 73 –80. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-1-73-80

Возьмите на заметку:

Увеличение антибактериальной активности образцов *O. vulgare* относительно штаммов *B. thuringiensis* может быть связано с увеличением содержания карвакрола, α-терпинеола, эвкалиптола, п-цимена и нераля в эфирном масле.

Растительно-бактериальные ассоциации в ремедиации комплексных поллютантов

Крючкова Е.В.

ФГБУН "Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН", Саратов, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-241
E-mail: kryu-lena@yandex.ru

Изучение физико-химических и биологических особенностей поглощения, транспорта и транслокации комплексных загрязнений растениями важно с двух точек зрения. Вопервых, понимание механизмов фитоэкстракции комплексов обеспечит качественный отбор растений гипераккумуляторов для биоремедиации. Во-вторых, позволит выращивать экологически безопасные пищевые и кормовые сельскохозяйственные культуры. Иследовалось действие фосфорорганического гербицида глифосата на поглощение катионов меди растениями люцерны посевной (*Medicago sativa* Lam.*)* и яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Саратовская 29 в гнотобиотических условиях. Определялись транслокация поллютантов в различных частях растений и влияние на это процесс ассоциативных эндофитных бактерий. Глифосат в 2 раза увеличивал количество поглощённого металла растениями. Тип транслокации поллютантов зависел от концентрации и наличия в системе среда-комплекс-растение бактериального инокулята. Установлено, что в вариантах с гербицидом содержание меди в побегах было выше, чем в корнях, независимо от бактеризации.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Крючкова Е.В. и др. Влияние глифосата на поглощение Cu(II) растениями люцерны, инокулированными Enterobacter cloacae complex K7 // Биомика (2018) 10(3): 247-250. doi: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-33

Kryuchkova Y. V. et al. Isolation and characterization of a glyphosate-degrading rhizosphere strain, Enterobacter cloacae K7 // Microbiological Research (2014) 169: 99-105. doi: https://doi.org/10.1016/j.micres.2013.03.002

Возьмите на заметку:

Глифосат взаимодействует с катионами меди, повышая биодоступность металла и его содержание в наземной части растений.

Бактериальная инокуляция индуцирует повышение резистентности растений к загрязнениям.

Влияние наночастиц селена на всхожесть семян, содержание хлорофилла и развитие проростков *Brassica napus* L.

Куделина Т.Н., Курнушко А.С., Запрудская Е.В., Молчан О.В.

Государственное научное учреждение «Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича Национальной академии наук Беларуси», Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-242
E-mail: 10tan10@mail.ru

Селен важен для нормального протекания физиологических процессов у человека и животных, но не является обязательным элементом для растений. Однако растения играют ключевую роль в извлечении из почвы и накоплении селена и, таким образом, могут быть его источником. При этом, селен способен повышать стрессоустойчивость растений, но эффективность его действия зависит от концентрации и применяемой формы. Целью работы было сравнить влияние селенита натрия (Na_2SeO_3) и наночастиц селена в концентрациях 0,1-1000 мкмоль/л на прорастание семян, содержание хлорофилла и развитие проростков рапса.

Присутствие в корнеобитаемой среде Na_2SeO_3 или наночастиц селена в концентрациях 1-100 мкмоль/л способствовало повышению энергии прорастания семян и содержания хлорофилла в проростках рапса. Энергия прорастания и всхожесть семян снижались при повышении концентрации селенита и наночастиц (200-1000 мкмоль/л) на 10-98 % и 5-25 %, соответственно. Кроме того, при использовании более 500 мкмоль/л Na_2SeO_3 у проростков не разворачивались семядольные листья и они прекращали рост, а в присутствии наночастиц отмечено их нормальное развитие.

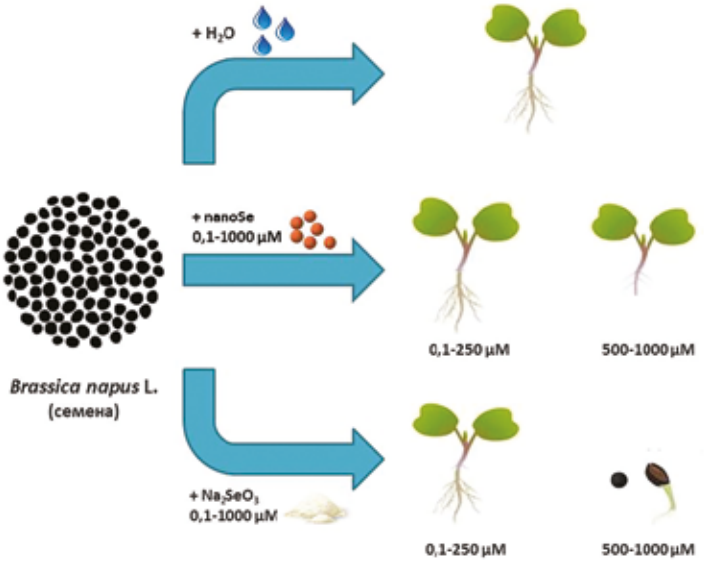
Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ (грант Б18РА-010).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Куделина Т.Н. Влияние наночастиц селена на всхожесть семян, дыхание и фотосинтез в семядольных листьях проростков Beta vulgaris L. / Т.Н. Куделина, О.В. Молчан // IX Международная научная конференция «Регуляция роста, развития и продуктивности растений» г. Минск, Беларусь, 24-26 октября 2018 г. – С. 154-156.

Возьмите на заметку:

Селен в форме селенита натрия в высоких концентрациях оказывал ингибирующее действие на прорастание семян и развитие проростков рапса, в то время как селен в форме наночастиц был менее токсичен.



Информативность результатов использования мутантов как модели для изучения гормональной системы растений

Кудоярова Г.Р.

Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-243
E-mail: guzel@anrb.ru

Мутанты с измененным уровнем фитогормонов широко используют при изучении гормональной системы. Считается, что изменение их свойств является прямым следствием действия гормонов. Между тем, из-за способности гормонов влиять на множество процессов такой вывод не всегда правилен. Известно, что АБК способна повышать уровень водных каналов аквапоринов. Соответственно, ожидалось, что у дефицитного по АБК мутанта ячменя уровень аквапоринов меньше, чем у растений исходного сорта, но между генотипами не удалось выявить различий по этому признаку. Мутант отличался ускоренным формированием поясков Каспари и укорочением зоны корневых волосков, что снижало способность корней поглощать и проводить воду. Увеличение содержания аквапоринов в корнях мутанта до уровня его исходного сорта, могло быть компенсаторной реакцией, направленной по поддержание притока воды в растения, а не прямым следствием пониженного уровня АБК. Таким образом, длительное воздействие гормонов в процессе онтогенеза растений вызывает изменения структуры органов растений и может опосредованно влиять на физиологические процессы прямо противоположным образом по сравнению с непосредственным влиянием гормонов на эти процессы.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Sharipova G. , Veselov D., Kudoyarova G. et al. Exogenous application of abscisic acid (ABA) increases root and cell hydraulic conductivity and abundance of some aquaporin isoforms in the ABA deficient barley mutant Az34// Annals of Botany. 2016. 118 (4): 777-785

Возьмите на заметку:

Длительное воздействие гормонов в процессе онтогенеза растений вызывает изменения структуры органов растений и может опосредованно влиять на физиологические процессы противоположным образом по сравнению с непосредственным влиянием на них гормонов.

Влияние пероксида водорода на активность компонентов аденилатциклазной сигнальной системы из клеток зон роста корня проростков гороха при инфицировании патогенными или мутуалистическими микроорганизмами

Кузакова О.В., Ломоватская Л.А., Гончарова А.М.

ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-244
E-mail: titanic87@list.ru

Цель -изучить влияние концентраций H_2O_2 (100 нМ, 260 нМ, 2,6 мкМ, 26 мкМ) на активность трансмембранной (тАЦ) и растворимой (рАЦ) форм аденилатциклаз *in vitro* из клеток корня проростков гороха при инфицировании специфическими (*Pseudomonas syringae* pv. pisi-Psp), неспецифическими (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus-Cms*) патогенами или мутуалистическими (*Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae -Rlv*) бактериями. 5-мин. инкубация позволяла изучить наиболее ранние ответные реакции растений на стресс.

Концентрации агента от 100 нМ до 26 мкМ во всех вариантах ингибировали активность рАЦ; в наибольшей степени такой эффект наблюдался при инфицировании с патогенами. При воздействии 100 нМ с *Psp* активность рАЦ составляла 60% от контроля; с Cms-30 %.Иное воздействие H_2O_2 оказывал на активность тАЦ: 100 нМ в варианте с *Rlv* повысила ее значение до 122%. Активирующий эффект в варианте с *Psp* оказала концентрация 2,6 мкМ (120 % от контроля), тогда как с Cms не оказывала эффекта.

Сделан вывод о том, что на ранних этапах инфицирования наблюдается взаимодействие компонентов сигнальных систем в клетках растений, что может быть связано с различиями в составе экзометаболитов бактерий.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ломоватская Л.А., Кузакова О.В., Романенко А.С., Гончарова А.М. Активность аденилатциклаз и изменение концентрации цАМФ в клетках корня проростков гороха при инфицировании мутуалистами и фитопатогенами//Физиология растений (2018) 65(4):310–320.

Кузакова О.В., Ломоватская Л.А., Романенко А.С. Влияние различных по эффективности штаммов Rhizobium leguminosarum bv. viceae на изменение концентрации цАМФ и пероксида водорода в клетках проростков гороха // Физиология растений (2019) 66:(в печати).

Изменение метаболома и редокс-статуса *Rhizobium leguminosarum* под влиянием экзогенных конечных продуктов глубокого гликирования

Кузнецова А.В.[1,2], Шумилина Ю.С.[1], Династия Е.М.[1,3,4], Илинг К.[5], Чанцева В.В.[1,6], Царев А.А.[1,3], Васко Видал А.[3], Гришина Т.В.[1], Зинц А.[5], Вестерманн Б.[3], Фролов А.А.[1,3]

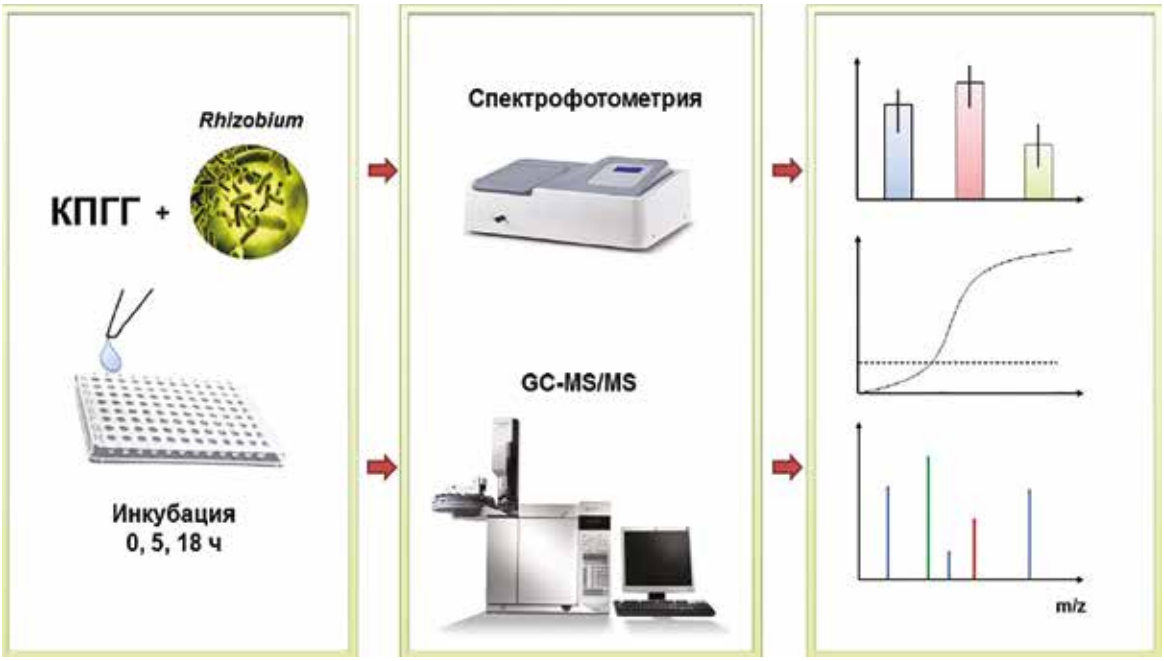
[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Кафедра биохимии, Санкт-Петербург, Россия.
[2]Санкт-Петербургский Государственный Химико-Фармацевтический Университет, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Лейбниц Институт биохимии растений, Департамент Биоорганической Химии, Галле (Заале), Германия.
[4]Институт органического синтеза им. Постовского Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия,
[5]Мартин-Лютер Университет Галле-Виттенберг, Институт Фармации, Галле (Заале), Германия,
[6]Санкт-Петербургский Государственный университет, Кафедра Физиологии и Биохимии Растений, Санкт-Петербург, Россия,

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-245
E-mail: alena_kyy@mail.ru

Бобовые растения – одни из ключевых источников белков в рационе человека и сельскохозяйственных животных. Меняющиеся условия климата оказывают существенное влияние на продуктивность сельскохозяйственных растений. Однако урожайность бобовых культур в значительной степени зависит от эффективности симбиоза с ризобиальными бактериями (*Rhizobium leguminosarum*). С другой стороны, старение и ответ на действие стрессоров сопровождаются накоплением конечных продуктов глубокого гликирования (КПГГ). Влияние экзогенных КПГГ на метаболизм ризобиальных бактерий на данный момент неизвестно. Поэтому, целью данной работы явилось изучение влияния экзогенных КПГГ на редокс-статус и метаболом ризобий.

Тесты по оценке соотношения аскорбата к дигидроаскорбату, содержание перекиси водорода и гидроперекиси липидов помогли оценить стрессированность бактерий от воздействия КПГГ. Анализ метаболитов проводили при помощи GC-MS и LC-MS/MS. Их поиск и идентификация осуществлялась с использованием программного обеспечения AMDIS и MSDIAL.

Работа выполнена при поддержке Российским фондом фундаментальных исследований (проект 18-01600190).



Роль лиственничных экстрактов в адаптации сои к неблагоприятным условиям среды

Кузнецова В.А.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сои", Акционерное общество "Аметис", Благовещенск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-246
E-mail: kuzvika3385@yandex.ru

Среди важнейших белково-масличных культур мирового земледелия признанным лидером является соя. Для увеличения адаптивного потенциала и расширения зоны выращивания сои возможно использование регуляторов роста нового поколения, способствующих повышению адаптации сои к неблагоприятным факторам среды. Наибольший интерес в этой области представляют регуляторы роста природного происхождения, к которым относятся продукты переработки *Larix Dahurica.* Препараты на ее основе обладают широким спектром физиологической активности, повышают устойчивость к стрессовому воздействию. Для оценки адаптивного потенциала сои в качестве маркера адаптации используют пероксидазный тест, так как пероксидаза является отзывчивым ферментом и ее активность изменяется в стрессовых воздействиях среды. При возникновении окислительного стресса активность пероксидаз возрастает в зоне толерантности сои и снижается при истощении растения. Полученные результаты оценки с использованием пероксидазного теста позволила установить важную роль лиственничных экстрактов в протекании механизма адаптации сои к окислительному стрессу, способствующей повышению урожайности сои в неблагоприятных условиях среды.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кузнецова, В.А. Участие дигидрокверцетина в формировании устойчивости семян сои к воздействию солей тяжелых металлов / В.А. Кузнецова, Л.Е. Иваченко, М.П. Михайлова // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2015. – Т. 157, кн. 1. – С. 69-74.

Кузнецова, В.А. Влияние арабиногалактана, дигидрокверцетина и их комлексов на активность пероксидаз семян сои / В.А. Кузнецова, Л.Е. Иваченко, М.П. Михайлова // Естественные и технические науки, Сер. Биолог. науки. – 2015. –№ 12. – С. 24-27.

Возьмите на заметку:

Изофлавоны сои и дигидрокверцетин участвуют в формировании устойчивости сои к воздействию окислительного стресса. Разработан природный препарат «ЭкоЛарикс», действующим веществом которого является дигидрокверцетин, получаемый из *Larix dahurica.*

Содержание аскорбиновой кислоты и активности аскорбинатоксидазы в листьях липы мелколистной в условия городской среды

Кузьмин П.А.[1], Бухарина И.Л.[2], Кузьмина А.М.[3], Гилязова А.Р.[1], Фахрутдинова А.С.[1]

[1]Казанский федеральный университет, Елабужский институт, Елабуга, Россия,
[2]Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия,
[3]Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, Ижевск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-247
E-mail: petrkuzmin84@yandex.ru

С целью изучения особенностей биохимического состава листьев липы мелколистной, в связи с условиями произрастания, провели анализ содержания аскорбиновой кислоты и активности аскорбинатоксидазы. В июне у особей в условиях техногенных ландшафтов активность аскорбинатоксидазы была выше, чем у контрольных особей в парковой зоне. Далее в июле активность фермента была больше, чем у особей в насаждениях санитарно-защитных зон промышленных предприятий, а в магистралях меньше, чем в зоне условного контроля. В августе у особей была выявлена меньшая активности фермента в СЗЗ промзон и магистральных насаждениях. Анализ динамики показателя показал, что в зоне условного контроля в листьях липы мелколистной активность аскорбинатоксидазы существенно возрастала с июня по август. В условиях СЗЗ промышленных предприятий у липы мелколистной активность аскорбинатоксидазы существенно возрастала в июле, достигая максимального значения по данной категории насаждений, затем в августе снижалось относительно июля, но существенно превышает показатели июня.

У липы мелколистной, в условиях СЗЗ промышленных предприятий, количество аскорбиновой кислоты снижалось в течение вегетации.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Бухарина И.Л., Кузьмина А.М., Кузьмин П.А. Динамика активности медьсодержащих ферментов в листьях древесных растений в условиях крупного промышленного центра (Среднее Поволжье) // Растительные ресурсы. 2018. № 54 (2). С. 280–289.

Бухарина И.Л., Кузьмин П.А., Шарифуллина (Кузьмина) А.М. Содержание низкомолекулярных органических соединений в листьях деревьев при техногенных нагрузках // Лесоведение. Москва, Изд-во Наука, № 2, 2014. С. 20–26.

Возьмите на заметку:

У особей в санзонах отмечена динамика возрастания активности аскорбинатоксидазы, а в магистралях -уменьшения.

Отмечено снижение содержание аскорбиновой кислоты в течение вегетации у особей санзон, а в магистральных насаждениях возрастание в июле.

Тип насаждений	Активность аскорбинатоксидазы, ед.акт.			Аскорбиновая кислота, мг/%		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август
Зона условного контроля	2.11	3.80	4.74	322.8	213.1	164.7
Насаждения санитарно-защитных зон	2.14	4.32	2.79	373.5	225.1	143.4
Магистральные насаждения	3.67	2.75	2.33	200.5	282.6	150.1
$НСР_{05}$	0.03			6.5		

Роль генов семейства ARGOS в регуляции роста растений при изменяющихся условиях среды

Кулуев Б.Р.[1], Михайлова Е.В.[1], Ермошин А.А.[2], Никоноров Ю.М.[1], Чемерис А.В.[1]

[1]Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия, [2]ФГАОУ ВПО "Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н.Ельцина", Екатеринбург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-248

E-mail: kuluev@bk.ru

Семейство генов *ARGOS* кодирует трансмембранные белки, выполняющие роль негативных регуляторов этиленового сигналинга. Роль генов *ARGOS* в регуляции роста в изменяющихся условиях среды остается в большей степени неизученной. Целью нашей работы было определение профиля экспрессии генов *ARGOS* в ответ на обработку фитогормонами и при действии стрессовых факторов. Для оценки вклада генов *ARGOS* в обеспечение роста при действии стрессовых факторов также была поставлена задача создания трансгенных растений табака с конститутивной экспрессией гена *AtARGOS-LIKE*. Экспрессия генов *ARGOS* была наиболее высокой в цветках и молодых органах, индуцировалась ауксинами, этиленом, АБК, метилжасмонатом и действием гипотермии, засухи, засоления и теплового стресса. Повышенная экспрессия гена *AtARGOS-LIKE* способствовала увеличению объема и количества клеток мезофилла листьев табака при нормальных условиях, улучшению роста корней при действии NaCl, гипотермии и ионов кадмия. Трансген *AtARGOS-LIKE* оказывал позитивный эффект на рост побега при действии засухи и засоления.

Исследования поддержаны грантом РФФИ №18-04-00118А.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кулуев Б.Р. и др. Конститутивная экспрессия гена ARGOS в растениях табака под контролем промотора вируса мозаики георгина // Физиология растений. 2011. Т. 58. №3. с. 443-452. DOI: 10.1134/S1021443711030083.

Kuluev B.R. et al. The poplar ARGOS-LIKE gene promotes leaf initiation and cell expansion, and controls organ size // Biologia Plantarum. 2016. V. 60. P. 513-522. DOI: 10.1007/s10535-016-0610-x

Возьмите на заметку:

Экспрессия генов *ARGOS* индуцируется ауксинами, этиленом, АБК, метилжасмонатом, гипотермией, засухой, засолением. Конститутивная экспрессия генов *ARGOS* улучшает рост корней и побега при нормальных условиях и при действии стрессовых факторов.

Особенности ультраструктурной локализации фенольных соединений в наружных тканях перикарпия *MALOIDEAE (ROSACEAE)*

Кумахова Т.Х.[1], Воронков А.С.[2]

[1]Российский государственный аграрный университет - ТСХА имени К.Тимирязева, Москва, Россия,
[2]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-249
E-mail: tkumachova@yandex.ru

Исследовали цитологические аспекты образования, локализации и транспортировки фенольных соединений (ФС) в клетках перикарпия *Maloideae (Rosaceae)*, произрастающих в горных экосистемах. Модельными объектами были плоды: *Malus* Mill., *Pyrus* L., *Cydonia* Mill., *Mespilus* L. Образцы для ТЭМ фиксировали по модифицированной нами методике и анализировали на JEM-1400. Анализ клеток выявил основные места локализации ФС: брахисклереиды, вакуолярная система, клеточная стенка и "танинoносные идиобласты". В ТЭМ хлоропласты гиподермы содержали ЭПМ в виде мелких зернистых ожерельевидных структур, выступающих в люмен. Танносомы выводились из хлоропласта в виде челнока, далее они сливались в вакуолях, образуя крупные таниновые агрегаты — танноглобулы, а в некоторых случаях встраивались в клеточную стенку "танинoносных идиобластов". В процесс образования и транспорта танинов в клетках перикарпия *Maloideae* вовлечены специализированные хлоропласты, ЭР и везикулы АГ. По одной из гипотез, танины в больших количествах синтезируются в ответ на стресс, вероятно их накопление в наружных тканях перикарпия, является одним из защитных механизмов, позволяющим *Maloideae* завершить программу созревания плодов в горах.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кумахова Т.Х. и др. Танносомы в клетках перикарпия Maloideae (Rosaceae) // Доклады Академии Наук (2018) 482(5): 605-609. doi: 10.31857/S086956520002994-6

Возьмите на заметку:

Впервые получены сведения о наличии в клетках перикарпия *Maloideae* структурной единицы – танносомы, которые сливаясь в вакуолях формируют "танноглобулы".

Наружная карбоангидраза EcaA цианобактерий - активный фермент с неизвестной физиологической ролью

Куприянова Е.В., Синетова М.А., Миронов К.С., Леусенко А.В., Габриелян Д.А.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-250
E-mail: ivlaanov@mail.ru

Карбоангидразы (КА) – класс ферментов, катализирующих реакцию обратимой гидратации CO_2. Цианобактерии обладают внутриклеточными и наружными формами КА. Внутриклеточные КА участвуют в работе CO_2-концентрирующего механизма (карбоксисомальные белки CcaA/CsoSCA/CcmM), или же способствуют рассеянию избытка световой энергии (белок тилакоидных мембран EcaB). Физиологическая роль наружных КА, к которым относятся потенциальный белок периплазматического пространства EcaA и расположенная в цитоплазматической мембране форма белка EcaB, пока не известна. Ферментативная активность EcaA и EcaB была подтверждена совсем недавно. Мы обнаружили, что рекомбинантные белки EcaA из *Synechococcus elongatus* PCC 7942 и *Cyanothece* sp. ATCC 51142 обладают высокой специфической КА-активностью. EcaA, очевидно, обусловливает и КА-активность интактных клеток *Cyanothece*. Обсуждается возможная функциональная роль EcaA в клетках цианобактерий.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 19-04-00457.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kupriyanova E.V. et al. Putative extracellular alpha-class carbonic anhydrase, EcaA, of Synechococcus elongatus PCC 7942 is an active enzyme: a sequel to an old story // Microbiology (SGM) (2018) 164: 576-586. doi: 10.1099/mic.0.00063

Kupriyanova E.V. et al. Highly active extracellular α-class carbonic anhydrase of Cyanothece sp. ATCC 51142 // under review (Biochimie)

Возьмите на заметку:

Спустя 20 лет после открытия белка EcaA нами подтверждена его карбоангидразная активность и показано наличие последней у интактных клеток цианобактерий.

Физиологическую значимость EcaA предстоит оценить.

Эндофитные представители бактерий *Bacillus subtilis* повышают устойчивость растений к стрессам

Курамшина З.М.[1], Хайруллин Р.М.[2]

[1]ФГБО ВО "Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета", Стерлитамак, Россия,
[2]ФГБУН "Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН", Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-251
E-mail: kuramshina_zilya@mail.ru

Бактерии рода *Bacillus* являются перспективным объектом биотехнологии, т.к. широко распространены в природе, синтезируют метаболиты широкого спектра действия, имеют высокий адаптивный потенциал и хорошо культивируются. Эндофитные представители бацилл, проникающие в ткани растений без нанесения им вреда, способны влиять на множество биохимических и физиологических процессов растительного организма, определяющих, в том числе, его устойчивость к действию различных неблагоприятных факторов среды. Нами установлен протекторный эффект эндофитных бактерий *B. subtilis* 26Д и 11ВМ при действии на растения засухи, засоления, тяжелых металлов. Инокуляция семян бактериями повышала устойчивость растений к дефициту влаги в почве, способствовала снижению уровня поступления ионов Na+ в побеги и оттока ионов K+ в условиях солевого стресса, изменяла поступление ионов тяжелых металлов в растительные ткани. В других экспериментах обработка семян спорами эндофитных штаммов *B. subtilis* способствовала уменьшению отрицательного эффекта стресс-факторов на формирование микоризы в корневой системе. Биохимические и физиологические механизмы протекторного эффекта эндофитов обсуждаются в докладе.

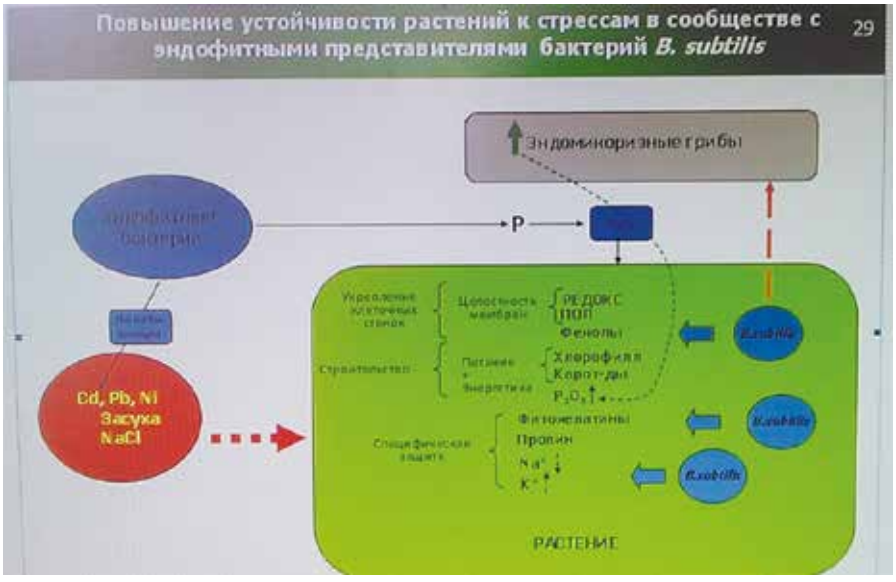
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kuramshina Z.M., Smirnova Y.V., Khairullin R.M. Cadmium and nickel toxicity for Sinapis alba plants inoculated with endophytic strains of Bacillus subtilis // Russian Journal of Plant Physiology (2018). 65.№2:269-277.

Kuramshina Z.M., Smirnova Y.V., Khairullin R.M. Increasing Triticum aestivum tolerance to cadmium stress through endophytic strains of Bacillus subtilis// Russian Journal of Plant Physiology (2016) 63№2:636-644.

Возьмите на заметку:

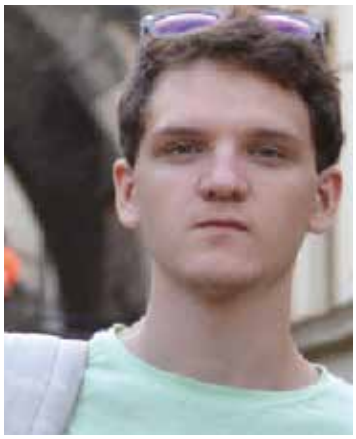
Эндофитные представители B. subtilis оказывают протекторный эффект на растения при действии различных стресс-факторов, в том числе улучшая формирование эндомикоризного симбиоза.



Анализ паттернов актина в клубеньках *Pisum sativum* и *Medicago truncatula*

Кусакин П.Г., Китаева А.Б., Цыганов В.Е.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-252
E-mail: kussakin@gmail.com



Идентификация паттернов цитоскелета — необходимая задача при описании его организации в клетке. Нами были изучены паттерны актиновых микрофиламентов в клетках симбиотических клубеньков линий дикого типа SGE гороха посевного (*Pisum sativum* L.) и A17 люцерны слабоусечённой (*Medicago truncatula* Gaertn.). Анализировались конфокальные изображения неинфицированных и азотфиксирующих клеток двухнедельных клубеньков, в которых актиновые микрофиламенты были визуализированы с помощью иммунолокализации. С использованием программы MicroFilament Analyzer, а также плагина для программы ImageJ AnalyzeSkeleton был проведён количественный анализ микрофиламентов в клетках и выбраны пять параметров для сравнения разных типов клеток. Они включали в себя информацию об ориентации микрофиламентов, степени их ветвления и искривлённости, а также количестве пересечений между ними. В ходе анализа было установлено, что использовавшиеся параметры могут позволить статистически достоверно различить паттерны актиновых микрофиламентов в клетках разных типов двух исследованных видов бобовых растений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Китаева А.Б., Кусакин П.Г., Демченко К.Н., Цыганов В.Е. Методические особенности изучения тубулинового цитоскелета в клубеньках бобовых растений // Сельскохозяйственная биология (2018). 53(3): 634-644. doi: 10.15389/agrobiology.2018.3.634rus

Возьмите на заметку:

Проведён количественный анализ актиновых микрофиламентов в клетках симбиотических клубеньков *Pisum sativum* и *Medicago truncatula* и выявлены паттерны, характерные для инфицированных и неинфицированных клеток.

Влияние препарата СТИЛ на рост пшеницы при действии тяжелых металлов

Кусяпкулова Л.Н.[1], Курамшина З.М.[1], Хайруллин Р.М.[2]

[1]Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», Стерлитамак, Россия,
[2]Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-253
E-mail: liliakusa@mail.ru, kuramshina_zilya@mail.ru, krm62@mail.ru

Нами исследовано влияние нового препарата СТИЛ на рост растений пшеницы при действии тяжелых металлов. СТИЛ - препарат на основе сапропеля и микроэлементов. Действующая основа препарата -гуминовые соединения, сера, бора, микроэлементы. Эффективность препарата обусловлена активацией ферментных реакций в клетках растений. Установлено, что обработка семян пшеницы и вегетирующих растений препаратом СТИЛ увеличивала всхожесть, а также массу проростков, в сравнении с необработанными растениями. Растения, выросшие из семян пшеницы, обработанных исследуемым препаратом, были, в среднем, на 15% длиннее, чем полученные из контрольных, необработанных. Выявлен также протекторный эффект препарата СТИЛ при действии на растения кадмия и свинца. Растения, выросшие из семян пшеницы, обработанных исследуемым препаратом, лучше росли, имели более высокие показатели содержания фотосинтетических пигментов, а также активности антиоксидантных ферментов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кусяпкулова Л. Н., Курамшина З.М., Смирнова Ю.В. Влияние высоких концентраций кадмия на рост Sinapis Alba, обработанных эндофитными бактериями//22-я Межд. Пущ. шк.-конференц. молодых учёных "Биология - наука 21 века".

Kuramshina Z.M., Smirnova Y.V., Khairullin R.M. Cadmium and nickel toxicity for Sinapis alba plants inoculated with endophytic strains of Bacillus subtilis // Russian Journal of Plant Physiology. 2018. Vol. 65. № 2. P. 269-277.

Возьмите на заметку:

1. СТИЛ-новый стимулятор роста и плодоношения растений
2. СТИЛ оказывает протекторный эффект при действии тяжелых металлов на растения

Введение в культуру клеток *Artemísia vulgáris* L.

Кучарова Е.В., Александрова А.А., Охлопкова Ж.М.

ФГАОУ ВО "Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова", Якутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-254
E-mail: oleneek@mail.ru

Artemísia vulgáris L. – многолетнее травянистое растение семейства Compositae, относится к лекарственным растениям. Исследования фитохимического состава травы полыни обыкновенной, произрастающей на территории Сибири и Дальнего Востока, показали наличие флавоноидов, кумаринов, дубильных веществ, фенольных соединений, сапонинов, эфирных масел. Геоботанические описания фитоценозов Центральной, Южной и Северо-Восточной Якутии в течение 2000-2018г показывают сокращение ареала полыни обыкновенной, популяции со сплошным покрытием представлены островными группировками. Перед нами стояла задача ввести в культуру клеток *Artemísia vulgáris* L., произрастающей на территории Центральной Якутии. В качестве эксплантов использованы листья двухнедельных проростков, полученных из семян растений, собранных на территории Амгинского района. В каждую чашку Петри для культивирования брали по 5 эксплантов (в 3-х повт.) на каждом испытанном варианте с разным сочетанием и концентрацией фитогормонов. Установлено, что более интенсивное каллусообразование наблюдалось в среде MS при концентрации БАП 1 мг/л и НУК 1 мг/л через 21 сутки, и характеризуются светло-коричневым цветом, достаточно плотной структурой.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кучарова Е.В., Охлопкова Ж.М. Получение первичных каллусов Dracocephalum palmatum Steph. // Вестник СВФУ. №2 (64). – 2018. - С. 45-54.

Кучарова Е.В., Охлопкова Ж.М. Перспективы Dracocephalum в культуре клеток // Сборник материалов Годичного собрания Общества Физиологов Растений России, научной конференции «Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды». В 2-х частях. – Ч.2. -2018. - С. 1303-1304.

Возьмите на заметку:

Эксплантами служили листья 2-недельных проростков, полученных из семян. Интенсивное каллусообразование наблюдалось в среде MS при концентрации БАП 1 мг/л и НУК 1 мг/л через 21 сутки, характеризуется светло-коричневым цветом, плотной структурой.

Вклад клеточных стенок корня в поглощение ионов никеля растениями маша и пшеницы

Кушунина М.А., Мейчик Н.Р., Николаева Ю.И.

ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова", биологический факультет, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-255
E-mail: lazymary@rambler.ru

Известно, что клеточная стенка (КС) является первым барьером на пути поступления ионов в клетку. Однако, в литературе практически отсутствуют данные о Ni-связывающей способности КС растений и соотношении между вне- и внутриклеточным накоплением Ni в корне.

В работе определяли поглощение Ni 9-дневными растениями маша и пшеницы из растворов $NiCl_2$ с концентрацией 10, 50 или 100 мкМ (0,15, 0,75 и 1,5 мкмоль Ni/растение, соответственно), а также изолированными из их корней КС в течение 24 ч. У обоих видов в корне накапливалось 80-90% Ni от общего содержания в растении. Исследованные растения по-разному отвечают на повышенное содержание Ni в среде, что определяется разным содержанием пектинов в КС клеток корня. В КС корней пшеницы оно ниже и, как следствие, ниже Ni-связывающая способность и корней (в 2 раза), и КС (в 3-5 раз) по сравнению с машем. У маша подавляющая часть Ni, поглощенного корнем, связана в КС при всех концентрациях Ni в среде, что является механизмом детоксикации Ni и предотвращает угнетение роста. У пшеницы наблюдается накопление Ni в симпласте при его концентрации в среде 100 мкМ, когда КС клеток корня на 100% заполнены ионами $Ni^{2}+$.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Meychik N. et al. The role of the cell walls in Ni binding by plant roots // Journal of Plant Physiology (2019) 234-235: 28-35. doi: 10.1016/j.jplph.2019.01.008

Возьмите на заметку:

Обнаружено, что внутрь клеток корней никель поступает только при его самой высокой концентрации в среде, когда клеточная стенка полностью насыщена катионами $Ni^{2}+$.

Изучение адаптивного потенциала *Glycine Max* и *Glycine Soja* к абиотическим факторам с использованием каталазного и рибонуклеазного тестов

Лаврентьева С.И.[1,2], Голохваст К.С.[3]

[1]ФГБОУ ВО "Благовещенский государственный педагогический университет", Благовещенск, Россия,
[2]ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сои", Благовещенск, Россия,
[3]ФГАОУ ВО "Дальневосточный федеральный университет", Владивосток, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-256
E-mail: lana.lavrenteva.1984@mail.ru

Внутривидовое разнообразие отражает взаимодействие между генетическим потенциалом вида и абиотическими факторами среды. Генетическое разнообразие культурной сои хорошо изучено, но дикорастущая соя относится к числу недостаточно исследованных видов, первичным генцентром происхождения которой является Дальний Восток России. Ведущую роль в поддержании внутриклеточного гомеостаза и адаптации растений к условиям среды играют ферменты, по изменению удельной активности которых можно глубже понять функционирование биологических систем. В белковых экстрактах определяли белок методом Лоури, удельную активность РНКаз и каталаз спектрофотометрическим методом. Математическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 10. Показано повышение удельной активности РНКаз и снижение удельной активности каталаз дикорастущей сои по всем исследуемым годам, что, вероятно, обусловлено повышением ее вирусоустойчивости в сложных погодных условиях. Для культурной сои отмечена обратная зависимость, что связано с повышением ее адаптивного потенциала в стрессовых условиях. Использование каталазного и РНКазного тестов позволяет маркировать генетические системы сои для создания адаптивных сортов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Lavrent`yeva S.I., Ivachenko L.Y., Golokhvast K.S., Nawaz M.A. Ribonucleases activity of Glycine Max and Glycine soja as a marker adaptation tocoppersulphate and zinc sulphate toxicity // Biochemical Systematics and Ecology, 83, 2019: 66-70.

2. Ivachenko L.E., Lavrent`yeva S.I., Golokhvast K.S., Konichev A.S. The role of enzymes in the adaptation of soybeen of different phylogenetic origin to growing conditions // Der PharmaChemica, 8(11), 2016: 236-244.

Возьмите на заметку:

1. Для маркирования генома сои в создании адаптивных к абиотическим факторам сортов используют РНКазы и каталазы.

2. Адаптация дикорастущей сои связана с повышением удельной активности РНКаз, а культурной – каталаз.

Устойчивость яровой пшеницы к отрицательным температурам после обработки семян озоном

Лазукин А.В.[1], Поморцев А.В.[2], Дорофеев Н.В.[2], Кривов С.А.[3], Сердюков Ю.А.[1], Романов Г.А.[3]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия,
[2]ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН", Иркутск, Россия,
[3]ФГБОУ ВО НИУ "Московский энергетический институт", Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-257

E-mail: lazukin_av@mail.ru

Обработка семян пшеницы озоном в протоке воздуха или кислорода атмосферного давления позволяет повысить качественные характеристики проростков на начальном этапе развития (увеличение длины ростка, суммарной длинны корневой системы, повышение энергии прорастания). Предпосевная обработка семян, в случае оптимального режима воздействия, (подобранная доза воздействия выраженная в сочетании времени экспозиции и концентрации АФК) позволяет снизить зараженность семян, повысить полевую всхожесть и урожайность. В данной работе представлены результаты исследования влияния обработки семян яровой пшеницы "Новосибирская-29" в протоке озоно-воздушной смеси на устойчивость к отрицательным температурам. Устойчивость определялась на проростках (отбор на длину 4-8 мм после проращивания в темноте на бумаге при 24°С) подвергнутых двухфазной закалке (+2°С на 7 суток, -4°С на 3-е суток). Промораживание выполнялось при -7, -10 и -12°С в течении суток, 2 суток на оттаивание при 24°С, доращивание в течение 7 суток в темноте при 24°С на бумаге. Обработка семян озоном снижает устойчивость на 30-10% при снижении температуры. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-76-10019)

Основные публикации авторов по тематике доклада:

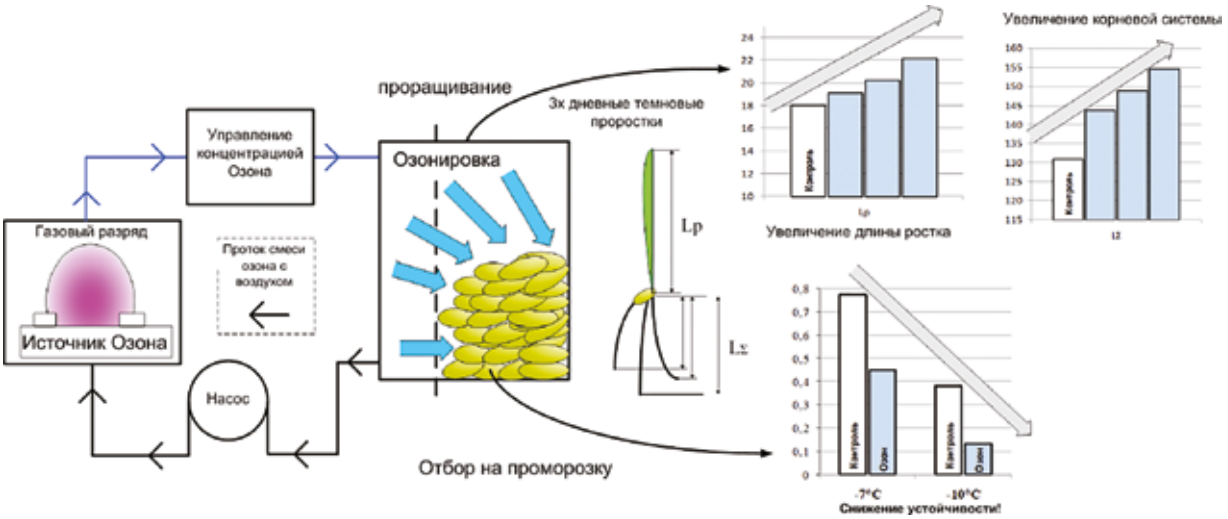
Лазукин А.В. и др. Действие продуктов плазмы поверхностного барьерного разряда на прорастание злаков// Письма в ЖТФ (2019) 2:18-21 doi: 10.21883/PJTF.2019.02.47216.17529

Lazukin A.V. et al. Treatment of spring wheat seeds by ozone generated from humid air and dry oxygen // RAE (2018) 6: 34-40 doi:10.17221/106/2016-RAE

Pomortsev A.V. et al. Changes in dehydrin composition in winter cereal crowns during winter survival// Biologia Plantarum (2017) 61:394-398 doi:10.1007/s10535-016-0673-8

Возьмите на заметку:

Озонирование семян яровой пшеницы дает возможность к улучшению качественных характеристик прорастания, однако, снижает устойчивость растения к отрицательным температурам.



Анализ дифференциальной экспрессии генов при действии олигосахарина OS-RG, стимулирующего корнеобразование

Ларская И.А., Горшков О.В., Мокшина Н.Е., Трофимова О.И., Горшкова Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-258
E-mail: pzl@mail.ru

Клеточные стенки растений, являясь динамичной структурой, могут выступать источниками низкомолекулярных фрагментов, функционирующих как сигнальные молекулы в процессах роста и развития. Нами получена фракция олигосахаринов OS-RG, стимулирующая ИУК-индуцируемое образование адвентивных корней. Для выявления характера действия олигосахарина на процесс корнеобразования, проведен сравнительный анализ транскриптомов на двух последовательных стадиях развития адвентивных корней на эксплантах гипокотилей гречихи. Обнаружены дифференциально экспрессируемые в ответ на обработку олигосахарином гены, которые имеют непосредственное отношение к процессу формирования адвентивных корней. Обе стадии характеризовались повышением экспрессии генов белков, вовлеченных в реорганизацию полимеров клеточной стенки. Гены, участвующие в процессах, связанных с транспортом и сигналингом ауксина, слабо представлены среди дифференциально экспрессируемых в ответ на OS-RG. В докладе будут обсуждаться молекулярные механизмы процесса корнеобразования и роли биологически активных фрагментов клеточной стенки в ИУК-индуцируемом адвентивном укоренении.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 17-04-01539.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ларская И.А., Горшкова Т.А. Растительные олигосахариды: аутсайдеры среди элиситоров? // Биохимия (2015) 80(7): 1048-1071.

Ларская И.А., Барышева Т.С., Заботин А.И., Горшкова Т.А. Характер участия олигосахарина OS-RG в ИУК-индуцируемом формировании адвентивных корней // Физиология растений (2015) 62(2): 186-194. doi:10.7868/S0015330315020128

Возьмите на заметку:

Олигосахарин OS-RG приводит к значительной клеточной и метаболической реорганизации, направленной на усиление адвентивного корнеобразования, индуцируемого ИУК.

Маркерная селекция ягодных культур на улучшение пищевых свойств

Лебедев В.Г.[1], Субботина Н.М.[1], Коваленко Н.П.[1], Шестибратов К.А.[2]

[1]ФГБОУ ВО «Пущинский государственный естественно-научный институт», Пущино, Россия, Пущино,
[2]Филиал ФГБУН Института биоорганической химии им. академиков М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова РАН, Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-259
E-mail: vglebedev@mail.ru

В последние годы в мире в селекционных программах ягодных культур значительно возрос интерес к улучшению качества плодов, в частности, повышению содержания биологически активных веществ. Выведение новых сортов классическими методами занимает 10-15 лет, но этот процесс можно значительно ускорить с помощью маркерной селекции. Проверка стандартных микросателлитных (SSR) маркеров на большом числе отечественных сортов малины и земляники позволила отобрать маркеры, универсальные для обеих культур. С помощью анализа *in silico* последовательностей структурных и регуляторных генов биосинтеза флавоноидов были разработаны оригинальные SSR маркеры, ассоциированные с признаком качества ягод. Эти маркеры были протестированы на сортах малины и земляники, различающиеся по содержанию антоцианов – веществ с высокой антиоксидантной активностью. Исследования выявили полиморфизм генов биосинтеза флавоноидов, а также транскрипционных факторов MYB и bHLH, которые в дальнейшем могут выступать в качестве молекулярных маркеров селекционного процесса на улучшение пищевых свойств ягод.

Работы выполнены при поддержке Минобрнауки РФ (проект № 14.574.21.0149, уникальный идентификатор RFMEFI57417X0149).

Гены пероксидаз лишайников: клонирование, секвенирование, анализ активности

Лексин И.Ю.[1,2], Горина С.С.[2], Минибаева Ф.В.[1,2]

[1]Казанский Федеральный (Приволжский) Университет, Казань, Россия,
[2]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-260
E-mail: lecsinilya@mail.ru

Лишайники являются экстремофильными организмами, которые способны существовать в самых суровых условиях окружающей среды. Одним из основных механизмов устойчивости этих организмов является способность бороться с окислительным стрессом, в том числе посредством антиоксидантных ферментов пероксидаз. В лишайнике *Leptogium furfuraceum* обнаружена уникальная пероксидаза, обладающая способностью окислять соединения с высоким редокс-потенциалом (фенольные соединения, в том числе лигнин). Сведений о пероксидазах данного типа очень мало, в связи этим нами были клонированы и секвенированы гомологичные гены этой пероксидазы в лишайниках порядков Пельтигеровые, Артониевые и Леканоровые. С использованием биоинформатического анализа нами выявлено, что третичная структура пероксидазы L. *furfuraceum* резко отличается от остальных наличием бета-баррельной структуры, обуславливающей ее каталитические свойства. Обсуждаются перспективы по использованию данной пероксидазы лишайника в биотехнологии для синтеза биологически-активных соединений, производства биотоплива и биоремедиации.

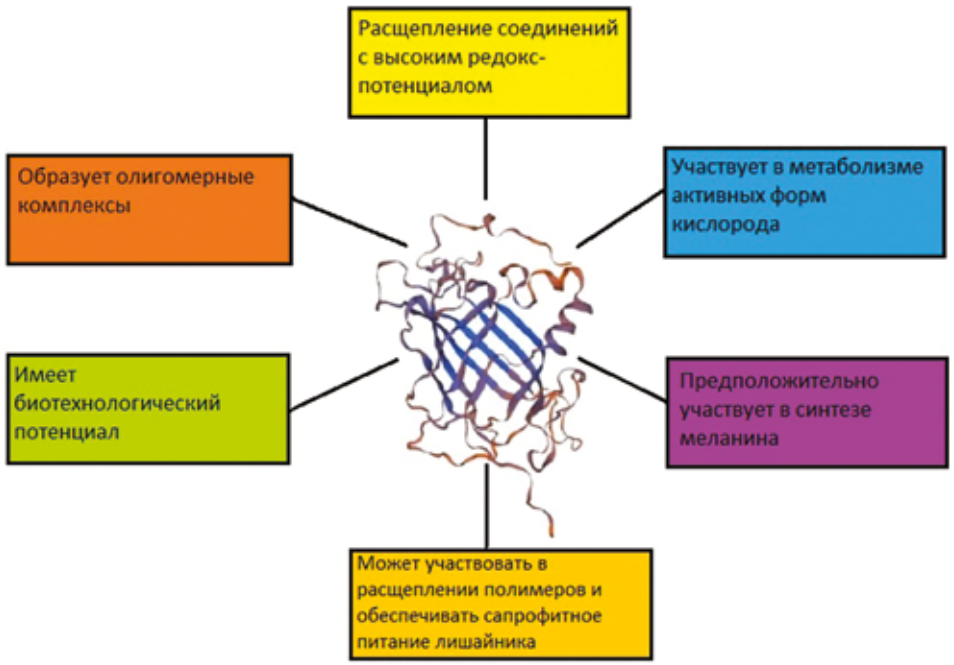
Работа поддержана грантом РНФ № 18-14-00198.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Liers C. et al. A heme peroxidase of the ascomyceteous lichen Leptogium saturninum oxidizes high-redox potential substrates // Fungal Genetics and Biology (2011) 48: 1139–1145. DOI: 10.1016/j.fgb.2011.10.004

Возьмите на заметку:

Данный тип пероксидаз потенциально способен образовывать олигомерные формы, обладающие большей активностью, чем мономеры, поэтому мы предполагаем, что в некоторых лишайниках образование олигомерных форм нарушено из-за аминокислотных замен.



Характеристика протеома функционально дифференцированных зон таллома *Fucus vesiculosus* L. (*Phaeophyceae*)

Лемешева В.С.[1], Лукашева Е.М.[2], Царев А.А.[2], Кушнарева А.В.[1], Билова Т.Е.[1], Биркемайер К.[3], Илинг К.[4], Зинц А.[4], Фролов А.А.[5], Тараховская Е.Р.[1]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра биохимии, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Университет Лейпцига, факультет химии и минералогии, Лейпциг, Германия,
[4]Институт Фармакологии Университета им. Мартина Лютера, кафедра фармацевтической химии и биоаналитики, Галле-Виттенберг, Германия,
[5]Институт Биохимии Растений, Галле, Германия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-261
E-mail: elena.tarakhovskaya@gmail.com

Протеомика водорослей является мало изученной областью физиологии растений. Особенно это касается морских макрофитов с высокодифференцированными талломами. Цель данной работы состояла в анализе протеома двух зон таллома (меристематические апексы и центральная зона) бурой водоросли *Fucus vesiculosus* L. Для анализа использована «bottom up» протеомная стратегия. В протеоме фукуса было аннотировано 746 белков, из которых 243 белка специфичны для апексов и 61 – для центральной зоны таллома. Большая часть функционально аннотированных белков задействована в метаболизме белка, реакциях фотосинтеза и окислительного фосфорилирования. Белки, преимущественно представленные в центральной зоне, ассоциированы с процессами фотосинтеза и метаболизма углеводов, а белки, преобладающие в апексах – с процессами метаболизма белка, нуклеиновых кислот и клеточного дыхания. Эти результаты согласуются с данными по зоноспецифичному распределению метаболитов в талломах фукуса и подтверждают специализацию центральной зоны таллома, как основной фотоассимиляционной ткани, а апексов – как акцепторной зоны, в которой идут активные биосинтетические процессы.

Проект поддержан грантом РФФИ (№ 17-04-01331).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Birkemeyer C. et al. Distribution of natural ingredients suggests a complex network of metabolic transport between source and sink tissues in the brown alga Fucus vesiculosus // Planta (2019) 249: 377-391. doi: 10.1007/s00425-018-3009-4

Bilova T. et al. A snapshot of the plant glycated proteome: structural, functional, and mechanistic aspects // J Biol. Chem. (2016) 291(14): 7621-7636. doi: 10.1074/jbc.M115.678581

Возьмите на заметку:

Протеомный анализ разных зон таллома макрофитной бурой водоросли Fucus vesiculosus подтверждает функциональную специализацию апексов, как меристематической зоны, и центральной части таллома, как ассимиляционной зоны.

Влияние кратковременной засухи на метаболизм и пищевые свойства семян гороха

Леонова Т.С.[1], Чанцева В.В.[1], Гломб М.[2], Широглазова О.[1], Хеннинг К.[2], Династия Е.М.[1,3], Антонова К.А.[1], Шумилина Ю.С.[1], Царев А.[1], Соболева А.В.[1,3], Смоликова Г.Н.[1], Бальденшпергер Т.[3], Дорн М.[3], Медведев С.С.[1], Билова Т.Е.[1], Вессйоханн Л.[3], Фролов А.А.[1,3]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Мартин-Лютер университет Галле-Виттенберг, Департамент пищевой химии, Халле/Заале, Германия,
[3]Лейбниц-Институт биохимии растений, Департамент биоорганической химии, Халле/Заале, Германия,
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-262
E-mail: tanyaleonova2710@gmail.com

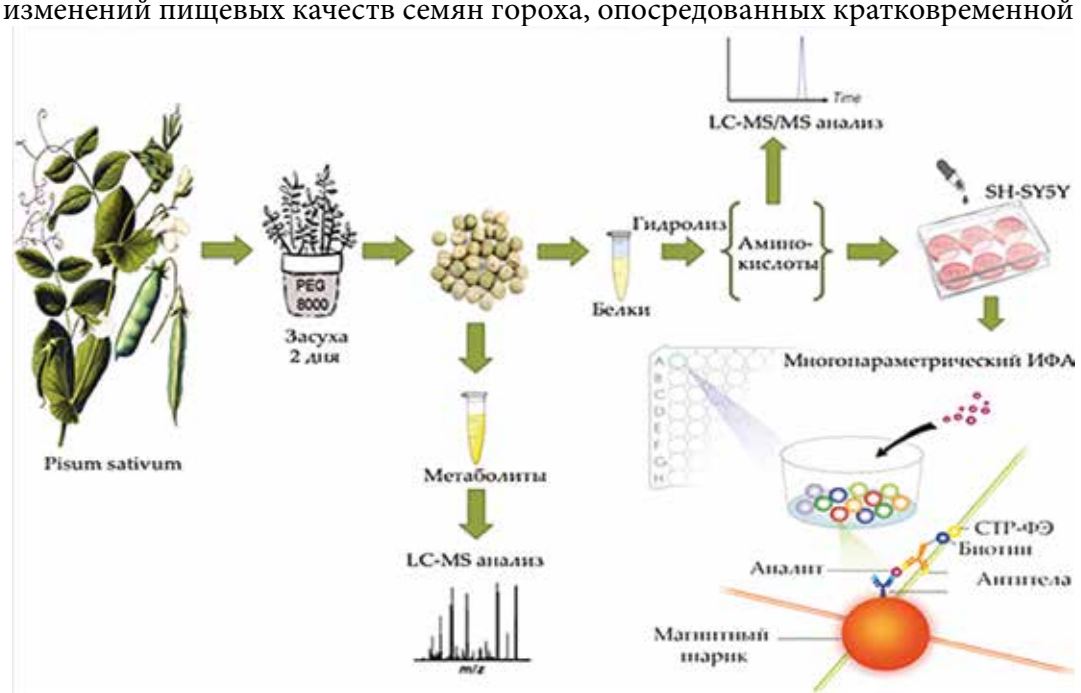
Засуха является неблагоприятным фактором, влияющим на формирование семян бобовых растений и вызывающим накопление конечных продуктов глубокого гликирования (КПГГ). Поскольку известно, что в животных системах, продукты гликирования обладают про-воспалительными свойствами, были оценены изменения пищевых качеств семян гороха, опосредованных кратковременной засухой. Растения были пророщены, инокулированы ризобиальной культурой на вермикулите и выращивались в течение 6 недель до помещения на гидропонную культуру в присутствии полиэтиленгликоля 8000. После двух дней стресса растения переносились на субстрат, доращивались, семена собирали и проводили их полный метаболомный и аминокислотный анализ методами GC- и LC-MS. Затем оценивали потенциальные провоспалительные эффекты на клеточной линии нейробластомы человека SH-SY5Y. Для этого была выделена фракция тотального белка, которую подвергали энзиматическому гидролизу. С помощью многопараметрического иммунофлуоресцентного анализа были выявлены незначительные изменения в отношении NF-κB-опосредованного сигналинга. Однако провоспалительней клеточный ответ может модулироваться другими сигнальными системами.

Проект поддержан РНФ (17-16-01042).

Возьмите на заметку:

Влияние конечных продуктов глубокого гликирования растительного происхождения на воспалительные процессы.

Оценка изменений пищевых качеств семян гороха, опосредованных кратковременной засухой.



Гормональная регуляция клубнеобразования у картофеля

Ломин С.Н., Колачевская О.О., Романов Г.А.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-263
E-mail: losn@inbox.ru

Формирование клубня картофеля представляет собой сложный процесс, состоящий из нескольких этапов: образование и рост столона, индукция клубнеобразования, инициация клубня и рост клубня. В докладе приводятся сведения о молекулярных механизмах клубнеобразования. По современным представлениям, клубнеобразование инициируют высокомолекулярные мобильные компоненты с физиологической функцией туберигена. Белком туберигеном является ортолог флоригена SP6a, помимо этого показана сходная роль для мобильной мРНК транскрипционного фактора BEL5. Данные факторы образуются в листьях, транспортируются по флоэме и стимулируют клубнеобразование в столонах. При этом классические гормоны растений тоже играют в клубнеобразовании важную роль. Наиболее интересны среди них три гормона: гиббереллины, ауксины и цитокинины. Гиббереллины подавляют клубнеобразование, а ауксины и цитокинины - стимулируют. В данном докладе приводятся последние достижения в исследовании молекулярных механизмов клубнеобразования, что позволяет, проанализировав разрозненные сведения, построить единую интегральною схему этого процесса, включающую и гормоны растений.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 17-74-20181.

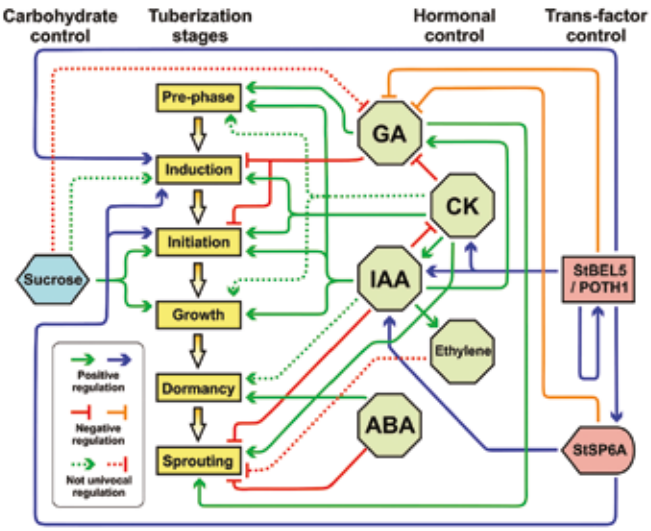
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kolachevskaya O.O., Lomin S.N., Arkhipov D.V., Romanov G.A. Auxins in potato: molecular aspects and emerging roles in tuber formation and stress resistance // Plant Cell Rep. (2019). doi: 10.1007/s00299-019-02395-0.

Lomin S.N., Myakushina Y.A., Kolachevskaya O.O., Getman I.A., Arkhipov D.V., Savelieva E.M., Osolodkin D.I., Romanov G.A. Cytokinin perception in potato: new features of canonical players // J Exp Bot. (2018), 69(16):3839-3853.

Возьмите на заметку:

Клубнеобразование у картофеля - это сложный процесс, который инициируется специфическими высокомолекулярными факторами с функцией туберигена. Но в общую схему этого процесса входят и классические гормоны растений: ауксины, гиббереллины и цитокинины.



Определение эффективности регуляторов роста при анализе действия стрессовых факторов на растения

Лукаткин А.С., Башмаков Д.И., Шаркаева Э.Ш., Лукаткин А.А.

ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва", Саранск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-264
E-mail: aslukatkin@yandex.ru

При действии ряда абиотических и антропогенных стрессоров (пониженных и повышенных температур, гербицидов, тяжелых металлов – ТМ) определяли эффективность синтетических (тидиазурон, цитодеф, эпин-экстра) и природных (Рибав-Экстра) регуляторов роста (РР) в плане повышения стрессоустойчивости растений. Для оценки эффективности РР использовали ряд физиологических и биохимических параметров: рост осевых органов (интегральный индикатор реакции растений на действие стрессора), генерацию супероксида и уровень H_2O_2 (как индикаторы окислительного стресса), интенсивность перекисного окисления липидов (как индикатор степени окислительного повреждения в растениях), общую антиоксидантную активность, активность каталазы и аскорбат-пероксидазы (индикаторы работы антиоксидантной системы растений), а также способность РР изменять поглощение и транслокацию ТМ в растениях. Нами разработан балльный индекс эффективности РР, который рассчитывали, исходя из разницы в процентах вариантов с обработкой РР и без РР. Создана эмпирическая шкала оценки эффективности РР. Предложенный способ оценки проверен на культурных растениях при определении сравнительной эффективности различных РР и разных их концентраций.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gruznova K.A. et al. Efficiency index as the integral indicator of Triticum aestivum response to growth regulators //Zemdirbyste=Agriculture (2017) 104: 299–304. doi 10.13080/z-a.2017.104.038

Lukatkin A.S., Pogodina D.N. Efficacy of the protective action of growth regulator Ribav-Extra on maize seedlings under temperature stress // Russian Agricultural Sciences (2012) 38: 94-97. DOI 10.3103/S1068367412020140

Возьмите на заметку:

Для расчета сравнительной эффективности регуляторов роста при стрессорных воздействиях на культурные растения разработан балльный индекс эффективности.

Разработанный способ проверен на ряде видов при действии абиотических и антропогенных стрессоров.

Карта протеома семян бобовых растений на примере зародышей желтого и зеленого гороха (*Pisum sativum* L.)

Лукашева Е.М.[1], Мамонтова Т.В.[1], Мавропуло-Столяренко Г.Р.[1], Ким А.[2], Билова Т.Е.[3], Хёхенвартер В.[4], Медведев С.С.[3], Смоликова Г.Н.[3], Фролов А.А.[1,2]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, Кафедра биохимии, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Лейбниц-институт биохимии растений, Отдел биоорганической химии, Галле, Германия,
[3]Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, Кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербург, Россия,
[4]Лейбниц-институт биохимии растений, Отдел аналитики протеома, Галле, Германия,
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-265
E-mail: elena_lukasheva@mail.ru

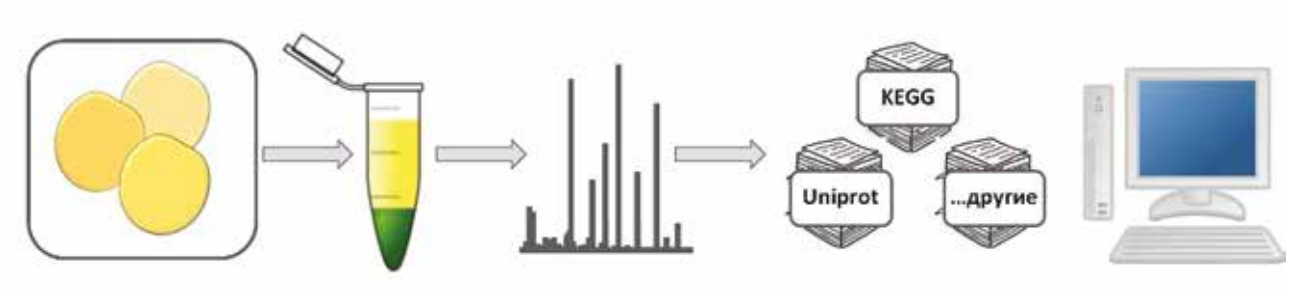
Семена бобовых растений – важный источник пищи для людей и животных. Целью работы являлась глубокая идентификация и составление наиболее комплексной аннотации функций и внутриклеточной локализации белков, выделенных из зародышей гороха. Для оценки влияния сортовых различий сравнили протеом зародышей гороха желто- и зеленосемянных сортов. Проведенная морфофизиологическая оценка показала, что исследуемые семена характеризовались разной устойчивостью к стрессу «ускоренного старения». Протеомный анализ был основан на bottom-up стратегии с использованием ВЭЖХ-МС. Для успешной обработки данных была сконструирована комбинированная база данных последовательностей Обнаружено более 1900 белков, из которых выделено 34 функциональных класса, по-разному представленных в исследуемых сортах. Постпроцессинг был проведен с применением баз данных KEGG и String. У желтых зародышей в большем количестве присутствовали LEA-белки, белки, связанные с окислительным катаболизмом и белковым метаболизмом. Полученные данные протеомного анализа будут обсуждаться в связи с устойчивостью семян к абиотическим стрессорам.

Работа поддержана грантом РНФ №17-16-01042.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Frolov A. et al. Mining seed proteome: from protein dynamics to modification profiles // Bio. Comm. (2018) 63(1): 43– 58. https://doi.org/10.21638/spbu03.2018.106

Mamontova T. et al. Proteome Map of Pea (Pisum sativum L.) Embryos Containing Different Amounts of Residual Chlorophylls // Int. J. Mol. Sci. (2018) 19(12), 4066; https://doi.org/10.3390/ijms19124066



Cd в хлоропластах *in vivo*: количественный анализ и ингибирование фотосистем 1 и 2

Лысенко Е.А., Клаус А.А., Карташов А.В., Кузнецов В.В.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-266
E-mail: genlysenko@mail.ru

Кадмий – один из самых токсичных тяжелых металлов; Cd в низких концентрациях нарушает многие процессы у растений. Хлоропласты – важный метаболически активный компартмент. Мы впервые изучили распределение Cd внутри хлоропластов (атомно-адсорбционная спектрофотометрия). *In vivo*, Cd в основном поступает в тилакоиды. Мы сравнили количество Cd в тилакоидах с количеством других катионов и сделали вывод о возможных мишенях для прямого действия Cd. Мы также провели анализ поступления и распределения Cd в хлоропласты *in vitro*. Токсическое действие Cd изменяет содержание других катионов в листьях и в хлоропластах, причём, действие Cd гораздо обширнее токсического эффекта Cu и Fe. В хлоропластах Cd не ингибирует экспрессию генов в строме (ОТ-ПЦР), но нарушает активность фотосистем (ФС) 1 и 2 в тилакоидах (PAM анализ). Специфически, Cd снижает нефотохимическое тушение и стимулирует накопление большого количество возбужденных ФС2. Это состояние может приводить к усиленному образованию АФК, и оно же приводит к увеличению квантового выхода ФС2. Квантовый выход ФС1, напротив, уменьшается под действием Cd. Такая информация так же получена впервые.

Работа поддержана грантом РНФ №14-14-00584.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Lysenko E.A. et al. Distribution of Cd and other cations between the stroma and thylakoids: a quantitative approach to the search for Cd targets in chloroplasts // Photosynthesis Research (2019) 139: 337-358. doi: 10.1007/s11120-018-0528-6

Lysenko E.A. et al. Cadmium accumulation in chloroplasts and its impact on chloroplastic processes in barley and maize // Photosynthesis Research (2015) 125: 291-303. doi: 10.1007/s11120-014-0047-z

Возьмите на заметку:

В хлоропластах Cd в основном поступает в тилакоиды.

Cd в тилакоидах достаточно, чтобы замещать Cu, Zn, Mn.

Cd в хлоропластах изменяет содержание очень многих катионов.

Cd увеличивает количество возбужденных ФС2.

Cd ингибирует ФС1.

Фитохром-зависимая регуляция энерготрансформирующих ферментов дыхания и фотосинтеза

Любимов В.Ю., Шмарёв А.Н., Креславский В.Д.

ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино Московской области, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-267

E-mail: lvyu99@mail.ru

Изучали зависимость активности цитоплазматического (НАД) и хлоропластного (НАДФ) ФГА-дегидрогеназных комплексов (3-ФГК — 1,3-ФГК — 3-ФГА) от активации/деактивации фитохромной системы листьев 10-14-дневных проростков пшеницы (*Triticum aestivum* L.), выращенной на белом свету. По окончании 12-часового темнового периода для перевода фитохрома в активное состояние (ФхВК — ФхВДК) использовали излучение красных светодиодов (l=656 нм, l½=26 нм, 80 мкмоль квантов $м^{-2}$ $с^{-1}$) и для обратного процесса (ФхВДК — ФхВК) – светодиодное излучение с характеристиками (l=737 нм, l½=30 нм, 20 мкмоль квантов $м^{-2}$ $с^{-1}$). При максимальной дозе КС (17,5 кДж $м^{-2}$) регистрировали увеличение активности НАДФ-ДГГ на 80-120% и снижение активности НАД-ДГГ на 30-40%. Вслед за КС облучение ДКС (5 кДж $м^{-2}$) или выдерживание растений 2 часа в темноте приводило к возвращению активности обоих комплексов в исходное состояние, что подтверждает участие в этих процессах фитохрома. Параллельное измерение оксидантно/антиоксидантного баланса в листьях показало, что при активации фитохрома (+КС, 17,5 кДж $м^{-2}$) происходит снижение стационарного пула пероксида водорода на 40-50% и адекватное увеличение активности ДАБ-пероксидазы.

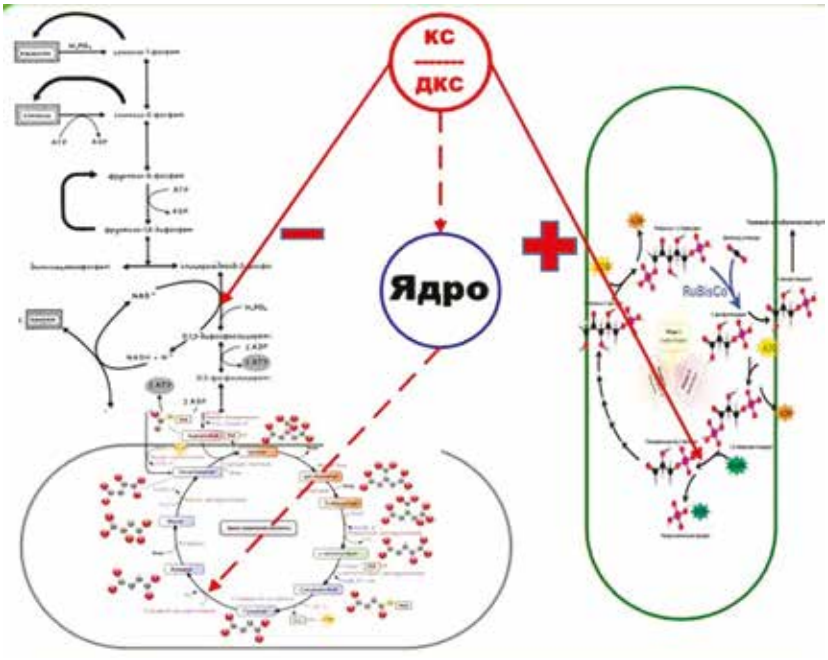
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Любимов В.Ю., Креславский В.Д. Фитохром-В-зависимая регуляция восстановительной фазы фотосинтетической ассимиляции углерода. Физиол. раст. 2017, Т. 64, № 5, с. 383-388.

Возьмите на заметку:

При КС-облучении листьев пшеницы регистрировали увеличение активности НАДФ-ФГА-ДГГ на 80-120% и снижение НАД-ФГА-ДГГ на 30-40%.

При этом стационарный пул пероксида водорода снижается на 40-50% и адекватно возрастает активность ДАБ-пероксидазы.



Исследование динамики частот аллелей авенинкодирующих локусов овса, возделываемого в Западной Сибири

Любимова А.В., Ерёмин Д.И., Тоболова Г.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-268

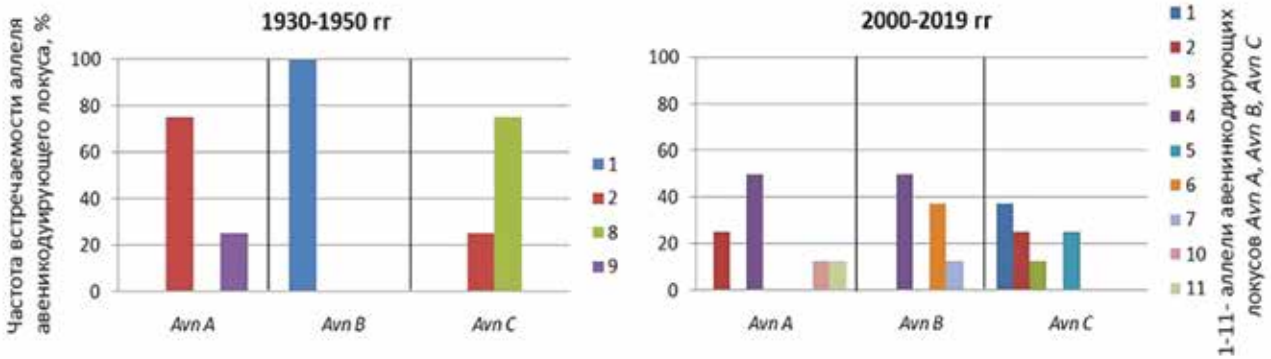
E-mail: ostapenkoav88@yandex.ru

Для повышения урожайности и устойчивости растений к неблагоприятным факторам, важна величина генетического разнообразия. Чтобы осуществлять мониторинг этого показателя у сортов овса, возделываемых в Тюменской области, была проведена их идентификация по авенинкодирующим локусам (АКЛ). Установлено, что аллельный состав и частота встречаемости отдельных аллелей по всем трем локусам изменялись с течением времени. Частота встречаемости аллелей *A9, B1* и *C8* снизилась с 75, 100 и 75% в период с 1930-1950 гг до 0% к 2000 г. Одновременно с этим начали встречаться новые аллели: *A4, A11, A12, B8, B9, C1, C3* и *C5*. С 1993 года в области появились сорта овса местной селекции, с характерными для них аллелями АКЛ, к 2019 г составляющие весь районированный сортимент региона. В настоящее время максимальную частоту встречаемости имеют аллели *A4* (50%), *A2* (25%), *B4* (50%), *B6* (37,5%) и *C1* (37,5%). Таким образом, аллели, характерные для иностранных сортов, возделываемых в Тюменской области с 1930 по 1990 гг, заместились аллелями сортов местной селекции. Данные об аллельном составе АКЛ сортов позволят оценивать динамику генетического разнообразия вида в ходе селекции в области.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Любимова А.В., Еремин Д.И. Изучение генетического разнообразия сортов овса Сибирской селекции по авенин-кодирующим локусам // Агропродовольственная политика России (2017) 9 (69): 70-74.

Любимова А.В., Еремин Д.И. Особенности компонентного состава авенинов овса, возделываемого в Западной Сибири // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции (2018) 179 (2): 85-95. doi: 10.30901/2227-8834-2018-2-85-95



Ответная реакция минерального состава растений на снижение уровня аэротехногенного загрязнения тяжелыми металлами

Лянгузова И.В., Салихова Ф.С.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-269

E-mail: ilyanguzova@binran.ru

Долгосрочный мониторинг (>35 лет) состояния сосновых лесов в зоне воздействия комбината «Североникель» (Мурманская обл.) позволяет выявлять ответную реакцию компонентов лесных экосистем на аэротехногенную нагрузку разной интенсивности. Цель работы – оценка влияния эдификатора (сосны) на минеральный состав растений при снижении эмиссии поллютантов. В 2018 г. в однотипных сосновых лесах в пределах фоновой, буферной и импактной зон собраны листья брусники, черники, водяники в подкроновых и межкроновых пространствах деревьев сосны. Анализ содержания Ni, Cu, Co, Fe, Mn, Zn, Pb, Cd, Mg, K, Na в листьях проведен методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Согласно критерию Краскелла-Уоллиса, различия между содержанием всех названных металлов в исследуемых видах растений в под- и межкроновых пространствах отсутствуют, как в буферной, так и в импактной зонах, что свидетельствует об отсутствии влияния эдификатора на минеральный состав растений напочвенного покрова. Однако общая закономерность увеличения содержания Ni и Cu (в 2–18 раз в импактной зоне) в растениях по мере приближения к комбинату сохраняется, несмотря на 5–8-кратное снижение аэрального поступления тяжелых металлов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

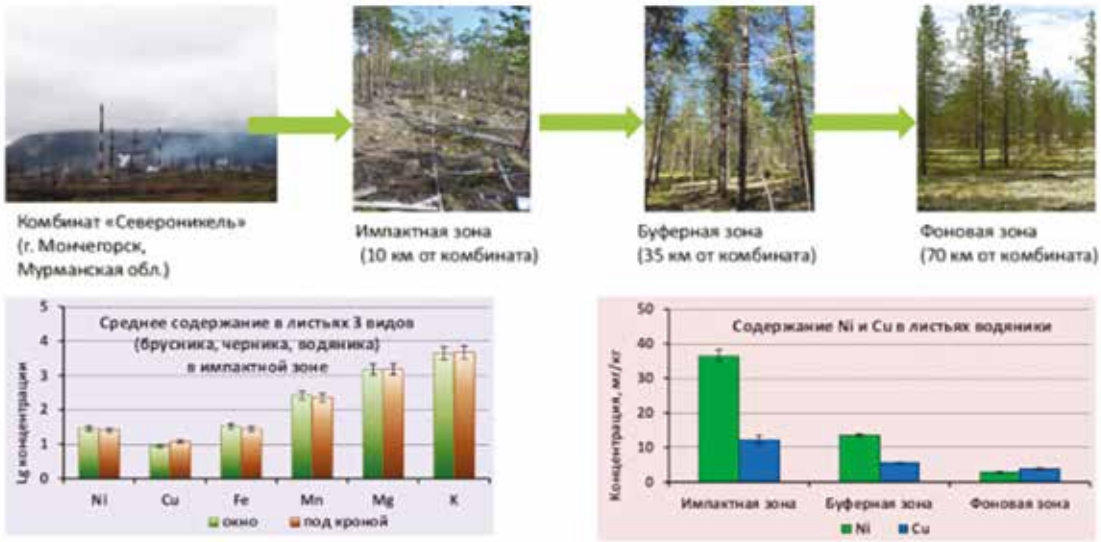
Lyanguzova I.V. Dynamic Trends of Heavy Metal Contents in Plants and Soil under Different Industrial Air Pollution Regimes // Russian Journal of Ecology (2017) 48(4): 311–320. doi: 10.1134/S1067413617040117

Barkan V.Sh., Lyanguzova I.V. Concentration of Heavy Metals in Dominant Moss Species as an Indicator of Aerial Technogenic Load // Russian Journal of Ecology (2018) 49(2): 128–134. doi: 10.1134/S1067413618020030

Возьмите на заметку:

При аэротехногенном загрязнении тяжелыми металлами в сосновых лесах Кольского п-ва нет влияния деревьев сосны на минеральный состав растений напочвенного покрова.

В импактной зоне сохраняется повышенное содержание (в 2-18 раз) Ni и Cu в листьях.



Гены семейства SnRK и аутофагические гены в высших растениях при стрессе

Мазина А.Б.[1,2], Гурьянов О.П.[1], Дмитриева С.А.[1], Ренкова А.Г.[1], Минибаева Ф.В.[1,2]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
[2]Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия,
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-270
E-mail: abmazina@gmail.com

Аутофагия - катаболический энергозависимый процесс, направленный на удаление окисленных структур и поврежденных органелл. Нами показано, что прооксиданты и NO доноры изменяют энергетический статус и индуцируют аутофагию в клетках корней пшеницы, в т.ч. повышают активность аутофагических (ATG1, ATG4, ATG6, ATG8) генов. Один из механизмов регуляции аутофагии осуществляется посредством энергетического сенсора - АМФ-зависимой протеинкиназы SnRK. Данный фермент обладает гетеротримерной структурой и состоит из трех субъединиц. Анализ экспрессии генов субъединиц TaSnRK1 при кратковременном действии прооксидантов показал незначительное изменение экспрессии, при длительном воздействии экспрессия субъединиц TaSnRK1 увеличивалась в 2-4 раза, а β ½ субъединицы в 10 раз. При действии токсичных NO доноров (нитропруссида, нитрита, 100 мкМ спермина) уровень экспрессии генов субъединиц TaSnRK1 не изменялся. Спермин в концентрациях 1 и 10 мкМ увеличивал экспрессию почти всех генов субъединиц TaSnRK1. Можно полагать, что SnRK1 участвует в запуске аутофагии в клетках растений при изменении энергетического статуса в ответ на стрессовые воздействия.

Работа поддержана грантом РФФИ № 17-04-01562.

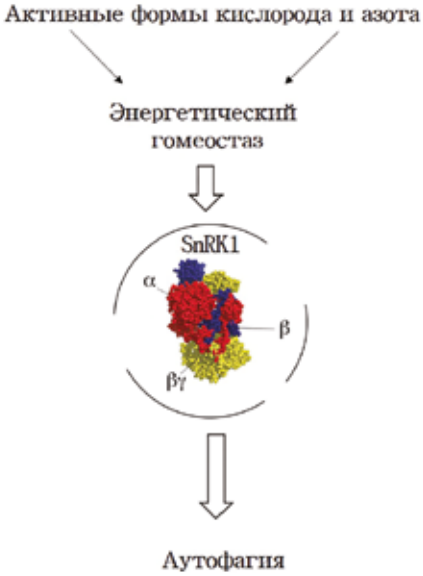
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Дмитриева С.А. и др. Спермин индуцирует аутофагию в растениях: возможная роль NO и активных форм кислорода // Доклады РАН (2018) 483: 457-459 DOI: 10.1134/S1607672918060121

Возьмите на заметку:

АМФ-зависимая протеинкиназа SnRK – энергетический сенсор, участвующий в запуске аутофагии в клетках растений.

Экспрессия SnRK1 субъединиц индуцируется при действии стрессовых факторов и различается в зависимости от природы воздействия.



Морфологические показатели и генетические изменения, наблюдаемые в хронически облучаемых популяциях растений

Макаренко Е.С.[1], Удалова А.А[2], Волкова П.Ю.[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, Обнинск, Россия,
[2]Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Обнинск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-271

E-mail: makarenko_ek_obninsk@mail.ru

Сосна обыкновенная внесена в список референтных растений, рекомендованных Международной комиссией по радиационной защите (МКРЗ) для проведения оценки радиационного воздействия на окружающую среду в условиях хронического облучения. Цель работы – оценка морфометрических и морфологических параметров, генетического полиморфизма в популяциях *Pinus sylvestris* L. в условиях хронического радиационного воздействия. Оценивали на хвое: длину и массу, индекс флуктуирующей асимметрии (ФА) по длине и массе, частоту и класс поражения некрозом, морфозы; на пыльцевых зёрнах определяли тип и частоту аномалий. Оценивали частоту и спектр мутаций, а также параметры генетического разнообразия в популяциях сосны, используя метод оценки полиморфизма длины амплифицированных фрагментов (AFLP) ДНК. Показано, что индекс ФА по длине хвои и частота появления аномальной пыльцы возрастают с увеличением поглощённой дозы. В популяциях сосны при помощи метода AFLP показано, что среднее генетическое разнообразие на локус по Неи повышено на импактных участках, а генетическая дифференциация популяций внутри географических групп согласуется с уровнем поглощённой дозы. Работа выполнена при поддержке РФФИ (№18-34-20012).

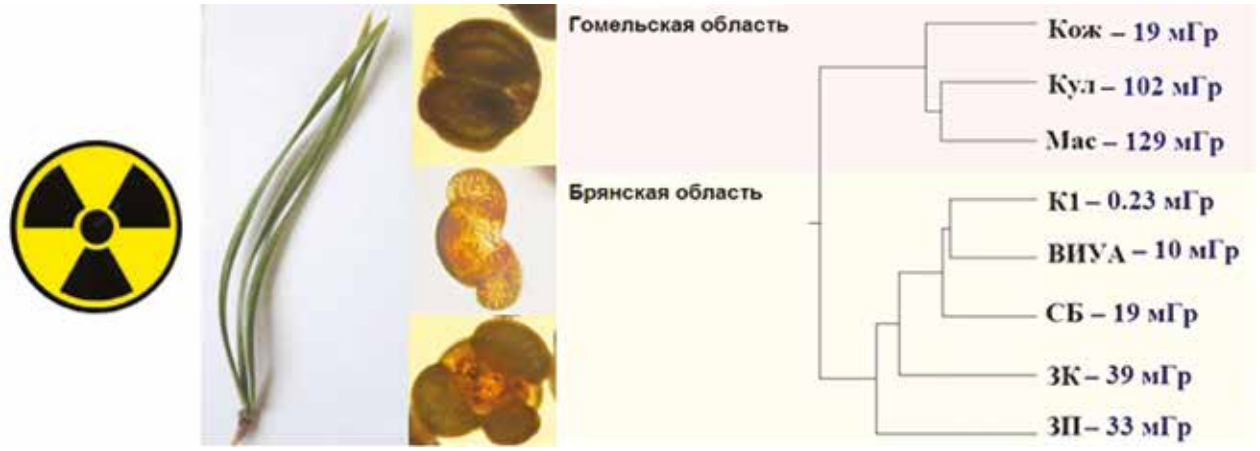
Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Makarenko E.S., Oudalova A.A., Geras'kin S.A. Morphometric measurements of Scots pine needles from radioactively contaminated area // KnE Engineering (2018) P. 8-13. doi: 10.18502/keg.v3i3.1601

2. Volkova P.Y., Geras'kin S.A., Horemans N., Makarenko E.S. et al. Chronic radiation exposure as an ecological factor: hypermethylation and genetic differentiation in irradiated Scots pine populations // Environmental Pollution (2018) 232: 105-112. doi: 10.1016/j.envpol.2017.08.123

Возьмите на заметку:

У сосны обыкновенной индекс флуктуирующей асимметрии по длине хвои, частота появления аномальной пыльцы и среднее генетическое разнообразие на локус по Неи повышены на радиоактивно загрязнённых участках Брянской и Гомельской областей.



Влияние фитогармонов на органогенез княженики арктической (*Rubus arcticus* L.)

Макаров С.С.[1], Чудецкий А.И.[1], Кузнецова И.Б.[2]

[1]Филиал ФБУ ВНИИЛМ "Центрально-европейская лесная опытная станция", Кострома, Россия,
[2]ФГБО ВПО "Костромская государственная сельскохозяйственная академия", п.Караваево, Костромской р-н, Костромская обл., Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-272

E-mail: seregabenzol@yandex.ru

В результате исследований выявлено, что на этапе введения в культуру *in vitro* наиболее эффективным оказался экостерилизатор бесхлорный (приживаемость 90–93%). Ниже был процент приживаемости в вариантах с Сулемой 0,1% (79–82%) и раствором Белизны 1:3 (65–70%). Количество побегов и их суммарная длина на питательной среде 1/2 MS+6-БАП 0,5 мг/л были в 2 раза больше, чем на среде 1/2 Андерсена+6-БАП 0,5 мг/л (4,1 шт., 3,1 см и 2,3 шт., 1,5 см, соответственно).

На этапе «собственно микроразмножение» установлено, что с увеличением концентрации цитокинина 6-БАП с 0,5 до 1,0 мг/л количество микропобегов увеличивалось от 2,7–3,1 до 4,8–5,2 шт., средняя длина уменьшалась от 1,5–2,5 до 0,5–0,7 см. Наибольшая суммарная длина (4,1–7,8 см) отмечена в вариантах с концентрацией 6-БАП 0,5 мг/л. Добавление Эпина 0,1 мг/л оказало благоприятное воздействие на побегообразование.

На этапе «укоренение *in vitro*» отмечено, что повышение концентрации ИМК в питательной среде от 0,5 до 1,0 мг/л способствовало увеличению количества корней у растений княженики от 4,0–4,1 до 4,5–5,0 шт. и суммарной длины – от 3,6–4,9 до 4,4–6,3 см. Количество и длина корней были больше в вариантах с экогелем 0,5 мг/л.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Тяк, Г. В. Размножение и культивирование княженики арктической (Rubus arcticus L.) / Г. В. Тяк, С. С. Макаров, Е. А. Калашникова, А. В. Тяк // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. 52. – С. 95–99.

Макаров, С. С. Корнеобразование in vitro и адаптация ex vitro княженики арктической при клональном микроразмножении / С. С. Макаров, И. Б. Кузнецова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (74). – С. 52–55.

Возьмите на заметку:

Установлена степень влияния на растения княженики арктической состава питательной среды и добавления в нее фитогармонов на этапах «собственно микроразмножение» и «укоренение размноженных побегов *in vitro*».

Изучение влияния бактерий *Rhizobium leguminosarum* и *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* на состав и содержание в корневых экссудатах гороха ароматических соединений негативного действия

Макарова Л.Е., Мориц А.С., Озолина Н.В., Нестеркина И.С.

СИФИБР СО РАН, Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-273
E-mail: makarova@sifibr.irk.ru

В экссудатах бобового растения среди многообразия представленных в них ароматических соединений имеются компоненты, подавляющие рост и развитие микрофлоры. В их числе у бобовых растений фитоалексины изофлавоноидного происхождения, N-фенил-2-нафтиламин и фталаты. Целью исследований было выявление изменений в количестве перечисленных негативных аллелопатических соединений и в составе фталатов при инокуляции корней проростков гороха видами бактерий, с различной стратегией взаимоотношения с растением (мутуалист и антагонист), а также при совместном действии этих бактерий. Объектами служили бактерии (*Rhizobium leguminosarum* bv. *viceae, Pseudomonas syringae* pv. *pisi*) и проростки гороха (*Pisum sativum* L.). Инокулировали 2-сут проростки, помещаемые на 1 сут для роста при 21 ^{0} С, освещении 81 μM^{-2} м $сек^{-1}$ и фотопериоде 16/8 ч (день/ночь) на водную среду с микроэлементами. Состав этилацетатных экстрактов из водной среды исследовали методами ВЭЖХ- и ГХ-МС-анализа. Полученные данные указывают на разницу по влиянию *Rhizobium* и *Pseudomonas* на состав фталатов, содержание пизатина и N-фенил-2-нафтиламина, на возрастание концентрации пизатина и N-фенил-2-нафтиламина при их совместной инокуляции.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Макарова Л.Е. и др. // Прикл. биохимия и микробиология. 2016. Т. 52. № 2. С. 217–222.

Продукционный процесс и адаптация экосистем криолитозоны в изменяющемся климате

Максимов Т.Х., Максимов А.П.

ФГБУН "Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН", Якутск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-274

E-mail: tcmax@mail.ru

Исследования проведены в разных биоклиматических зонах Восточной Сибири в лесотундровой, равнинной и горной тайге с использованием систем эдди ковариации по углекислому газу, переносных инфракрасных газоанализаторов По многолетним данным, годовой сток углерода в лиственничном лесу Центральной Якутии составляет 2,12±0,34, в лиственничных лесах Южной Якутии – 2,43±0,23 и в тундре 07±0,24 т С·га$^{-1}$·год$^{-1}$. Годовой сток углерода в тундровой зоне в три раза меньше, чем в бореальных лесах. Многолетний анализ NEE тундровой станции «Чокурдах» показывает тенденцию повышения годового стока углерода (Северо-Восток Якутии), по сравнению с лесными биомами (Центральная Якутия). И напротив, в лесной экосистеме Якутии наблюдается отрицательная тенденция понижения стока углерода в результате усиления криогенных процессов (увеличения сезонно-талого слоя на 70-80 см), сукцессионного изменения видового разнообразия – большим отпадом деревьев, увеличением численности и доминирования травянистых растений в подстилке леса вместо предыдущих полукустарничковых видов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1.Максимов Т.Х., Максимов А.П., Кононов А.В., Долман А.Й., Сугимото А., Мурс Э.Й., ван дер Молен М.К., Иванов Б.И. Эколого-физиологические особенности фотосинтеза лиственницы Larixcajanderi в условиях многолетней мерзлоты Якутии // Лесоведение (2005). 6. 3-10.

2.Максимов Т.Х. Круговорот углерода в лиственничных лесах Якутского сектора криолитозоны //Автореферат докторской диссертации (2007). Красноярск, 46.

Возьмите на заметку:

По многолетним эдди-корреляционным данным, годовой сток углерода в лиственничном лесу Центральной Якутии составляет 2,12±0,34, в лиственничных лесах Южной Якутии – 2,43±0,23 и в тундре 07±0,24 т С·га$^{-1}$·год$^{-1}$.

Эндофитные бактерии *Bacillus* spp. как эффективные фитоиммунизаторы

Максимов И.В., Черепанова Е.А., Сорокань А.В, Бурханова Г.Ф., Хайруллин Р.М.

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-275
E-mail: igor.mak2011@yandex.ru

Высокая продуктивность агроценозов невозможна без интегрированной защиты от вредителей и болезней. Уникальной активной составляющей современных средств защиты растений могут стать эндофиты. Их уникальность не только в способе существования, но и способности синтезировать активные вещества, способствующие защите растений напрямую и, опосредовано, запуская фитоиммунитет. Особый интерес среди них представляют липопептиды, продуцируемые бактериями *Bacillus* sp. Выдвигаются предположения, что они важны для праймирования в растениях индукции экспрессии генов защитных белков и целого каскада процессов ответственных за адаптацию растений. Показано, что эндофиты могут эффективно защищать растения от болезней и вирусной природы как через активацию системной устойчивости (экспрессия генов PR-4 и PR-10), так и непосредственно, продуцируя рибонуклеазы. Вызываемая эндофитами устойчивость сохраняется в растениях долгое время и эффективно работает против патогенов даже в условиях хранения. Использование эндофитов в качестве основы биопрепаратов позволит в будущем отказаться от пестицидов и генно-модифицированных растений.

Работа выполнена в рамках РНФ 19-46-02004 и РФФИ-офи_м № 17-29-08014.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Максимов И.В. и др. Эндофитные бактерии как агенты для биопестицидов нового поколения // Прикл. биохимия и микробиол. (2018) 54: 134-148. DOI: 10.7868/S0555109918020034.

Бурханова Г.Ф. Бактерии рода Bacillus в регуляции устойчивости пшеницы к Septoria nodorum Berk. // Прикл. биохим. и микробиол. (2017) 53: 308-315.

Сорокань А.В. и др., Экологическая роль микросимбионтов во взаимоотношениях растений и насекомых -фитофагов // Усп. современной биол. (2017) 138: 135-150.

Роль активных форм кислорода в прорастании пыльцевых зёрен ели *(Picea pungens)*

Максимов Н.

Биологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-276
E-mail: nmmaksimow@gmail.com

Известно, что активные формы кислорода (АФК) принимают участие в контроле прогамной фазы оплодотворения у покрытосеменных. В экспериментах *in vitro* нами было продемонстрировано участие эндогенных АФК в контроле ряда цитофизиологических параметров при прорастании пыльцевого зерна хвойного растения – ели голубой (*Picea pungens*). Было показано, что на ранних стадиях активации пыльцевых зёрен происходит выделение АФК в среду культивирования. Был выявлен градиент АФК в цитоплазме, а также показан продукция АФК митохондриями. Добавление экзогенной H_2O_2 не приводило к изменению процента прорастания, однако активировало рост пыльцевых трубок. Кроме того, был картирован латеральный градиент мембранного потенциала (E_m) в пыльцевой трубке (с деполяризованной апикальной частью). Как оказывают эксперименты с экзогенной H_2O_2 и ингибитором NADPH-оксидазы (DPI) АФК принимают участие в контроле формы градиента Em. Использование ряда ингибиторов ион-транспортных систем плазмалеммы также ведет к изменению градиента Em. Вероятно, что АФК, как один из важнейших компонентов комплексной редокс-системы клетки, контролируют работу ион-транспортных систем плазмалеммы.

При поддержке РФФИ 18-34-00979 мол_а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Maksimov N. et al. The role of reactive oxygen species in pollen germination in Picea pungens (blue spruce) // Plant Reproduction (2018) 18:761–767. DOI: 10.1007/s00497-018-0335-4

Возьмите на заметку:

В ходе прорастания пыльцевых зёрен ели происходит продукция АФК; для растущей трубки характерен апикальный градиент АФК.

АФК принимают участие в контроле формы латерального градиента мембранного потенциала в пыльцевой трубке.

Биологическая калориметрия в физиологии растений

Малышев Р.В.

ФГБУН "Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН", Сыктывкар, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-277

E-mail: malrus@ib.komisc.ru

Живые клетки представляют собой систему, осуществляющую процессы поглощения и преобразования энергии, большинство из которых сопровождается поглощением или выделением тепла. Метаболическое тепловыделение является важным показателем биоэнергетики. В работе представлены результаты микрокалориметрических исследований растений и лишайников. Измерения скорости тепловыделения и дыхания, проведенные с помощью изотермического калориметра «Биотест-2», позволили получить данные о температурном оптимуме роста верхушки подземных и надземных побегов, выявить температурную зависимость роста почек древесных при выходе из покоя, последействие неблагоприятных факторов (температура, УФ) на метаболическую активность лишайников. С помощью дифференциального сканирующего калориметра установлено, что в зависимости от сезона, температуры фазового перехода вода-лед в органах растений и талломах лишайников изменяется в диапазоне от -8 до -12 °С. В зимний период оводненность тканей почек, не превышает 60 %. Из них более трети составляет сильно связанная вода, которая не замерзает. В докладе обсуждаются возможности и ограничения биологической калориметрии.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Малышев Р.В., Шелякин М.А., Головко Т.К. Нарушение покоя почек влияет на дыхание и энергетический баланс побегов черники обыкновенной на начальном этапе роста // Физиология растений. (2016):63. № 3. С. 434-442.

Головко Т.К., Далькэ И.В., Дымова О.В., Малышев Р.В., и др. Функциональная экология лишайника Lobaria pulmonaria (L.) HOFFM. В таежной зоне на Европейском Северо-Востоке России // Известия Коми научного центра УрО РАН. (2018) №3 С. 23-33.

Возрастная изменчивость чувствительности листьев *Solanum lycopersicum* L. к круглосуточному освещению

Мамаев А.В., Шерудило Е.Г., Икконен Е.Н., Шибаева Т.Г.

Институт биологии – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», Петрозаводск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-278

E-mail: adgsn@yandex.ru

Томат (*Solanum lycopersicum* L.) - одна из наиболее чувствительных к круглосуточному освещению (КО) культура, у которой в этих условиях происходит фотоповреждение листьев в виде мезжилкового хлороза. Показано, что существует возрастная изменчивость в чувствительности листьев к КО. Так, листья, подвергающиеся КО, начиная с лаг-фазы, через 2 недели имели выраженные признаки хлороза (снижение содержания хлорофилла на 30% по сравнению в контролем) и характеризовались низкими значениями *Fv/Fm* (0.52), снижением скорости фотосинтеза на 40% и увеличением относительного выхода электролитов (ОВЭ) более, чем в 1.5 раза. Листья, прошедшие в своем развитии лаг-фазу в нормальных световых условиях (16 ч фотопериод) и подвергавшиеся КО уже в лог-фазе, были менее чувствительны к КО. Содержание хлорофилла и ОВЭ у них было на уровне контроля, а скорость фотосинтеза на 17% выше. При этом у них наблюдалось значительное (на 40-80%) повышение активности антиоксидантных ферментов - каталазы, супероксиддисмутазы, аскорбат-пероксидазы и гваякол-зависимой пероксидазы, а также увеличение содержания пролина (в 2 раза), тогда как этого не происходило в листьях, подвергавшихся действию КО, начиная с лаг-фазы.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Шибаева Т.Г., Шерудило Е.Г. Действие и последействие ДРОП при круглосуточном освещении на рост и репродуктивное развитие томата // Физиология растений (2015) 62: 355-361.

Шибаева Т.Г. и др. Оценка эффективности ДРОП-обработки растений томата для предотвращения фотоповреждения листьев в условиях круглосуточного освещения // Российская сельскохозяйственная наука (2015) 5: 10-13.

Возьмите на заметку:

Возрастная изменчивость чувствительности листьев к круглосуточному освещению (КО) связана с разной степенью активности АОС. Листья, подвергающиеся КО, начиная с лаг-фазы, неспособны и в дальнейшем противостоять окислительному стрессу, вызванному КО.

Слева: мезжилковый хлороз листьев *Solanum lycopersicum* L., вызванный круглосуточным освещением. Справа: красным цветом выделены листья, подвергавшиеся круглосуточному освещению, начиная с лаг-фазы, желтым – с лог-фазы. Нижний ряд – контроль (фотопериод 16 ч).

Действие колхицина на микроорганизмы

Маркова Ю.А.[1], Нурминский В.Н.[1], Нестеркина И.С.[1], Озолина Н.В.[1], Турская А.Л.[1], Быбин В.А.[1], Клименков И.В.[2], Беловежец Л.А.[3], Третьякова М.С.[1]

[1]ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия,
[2]ЛИН СО РАН, Иркутск, Россия,
[3]Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН, Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-279
E-mail: juliam06@mail.ru

Алкалоид колхицин известен как мутаген, используемый для получения полиплоидных форм растений. До настоящего времени практически не было известно действие этого соединения на микробные клетки. В наших исследованиях было установлено, что колхицин существенно тормозит образование биопленки и ускоряет деструкцию зрелых биопленок грамположительного микроорганизма *Rhodococcus erythropolis*. Влияние усиливалось при увеличении концентрации колхицина в среде. При этом не было отмечено существенного негативного воздействия на клетки в планктонной форме. На грамотрицательные виды (*Pectobacterium carotovorum* и *Rhizobium radiobacter* (шт.B0542)) этот алкалоид практически не оказал влияния. Известно, что благодаря двойной мембране эта группа микроорганизмов является более устойчивой к токсичным соединениям. Возможно, с этим связана и их устойчивость к колхицину.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Турская А. Л., А. А. Ульданова и др. Зависимость образования биопленок Pectobacteriumcarotovorum от источника углерода // Микробиология (2017),Т. 86, № 1: 47–53.DOI: 10.7868/S0026365617010165

Маркова Ю.А., Анганова Е.В. и др. Регуляция формирования биопленок Escherichia coli (Обзор) // Прикл. биохимия и микробиология (2018), Т. 54. № 1: 3-15. DOI: 10.7868/S0555109918010014

Регуляция суточной активности галофитов приливно-отливной зоны Белого моря

Марковская Е. Ф.[1], Гуляева Е. Н.[2], Кособрюхов А. А.[3]

[1]ФГБО ВО "Петрозаводский государственный университет", Петрозаводск, Россия,
[2]ФГБУН "Отдел комплексных научных исследований Карельского научного центра РАН", Петрозаводск, Россия,
[3]ФГБУН "Институт фундаментальных проблем биологии РАН", Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-280
E-mail: volev10@mail.ru

Одной из особенностей Белого моря является значительные колебания уровня воды за счет приливно-отливной динамики. Данные условия привели к формированию уникального галофитного комплекса высших наземных растений, которые устойчивы к резкой смене экологических условий. В работе проведено сравнительное исследование мезоструктуры и функциональных особенностей (устьичная проводимость, флуоресценция и интенсивность фотосинтеза) растений *Plantago maritima* L и *Triglochin maritima* L в условиях супралиторали и литорали. По полученным данным функциональные показатели растений на супралиторали подчиняются циркадной ритмике, на литорали – динамике приливно-отливного цикла (ПОЦ). Два исследуемых вида различаются по механизмам реакции на ПОЦ. Если у P.*maritima* максимально высокие значения исследуемых показателей достигаются в периоды полного прилива за счет функциональной адаптации, то у *T.maritima* они поддерживаются за счет элементов структурной адаптации растения. Обсуждается гипотеза о ведущей регуляторной роли устьиц в адаптации галофитов к условиям приливно-отливной динамики в приморских экосистемах Белого моря.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kosobryukhov A., Markovskaya E. Halophyte Adaptation to the Gradient of Conditions at the Intertidal Zone of the White Sea Cost (with Triglochin maritima L. as an example) //Global Media Journal. 2016. Vol. 14 No. 27: 37.

Markovskaya E., Kosobryukhov A. et al. Photosynthesis of Two Halophytes of Coastal Zone of Holarctic Seas: The Structure and Functional Aspects Environment and Photosynthesis: A Future Prospects. - India, 2018. - C.381-401.

Рост, дыхание, фотосинтез растений картофеля в условиях светодиодного облучения различного спектрального состава

Мартиросян Ю.Ц.[1], Мартиросян Л.Ю.[1], Кособрюхов А.А.[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", Москва, Россия,
[2]Институт фундаментальных проблем биологии ФИЦ ПНЦБИ РАН,, Пушино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-281
E-mail: 79067035741@yandex.ru

Проведена оценка действия разных световых режимов, с использованием светодиодных облучателей, на функциональные характеристики фотосинтетического аппарата растений картофеля, длительно выращиваемых в условиях полного спектрального облучения светодиодными облучателями в области фотосинтетически активной радиации (ФАР) с преобладающим синим (ФАР+СС) или красным облучением (ФАР+КС). Оценена динамика переходных процессов активности фотосинтетического аппарата по параметрам скорости углекислотного газообмена, переменной флуоресценции, особенностям углеводного метаболизма при переносе растений с ФАР+КС на ФАР+СС или с ФАР+СС на ФАР+КС облучение. Выявленные особенности действия разных участков спектра, при общем облучении растений в области ФАР, на активность фотосинтетического аппарата, углеводный метаболизм и растение в целом, позволяют оценить возможность направленного изменения спектрального режима при выращивании растений с целью повышения их продуктивности и выхода биологически активных веществ.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Мартиросян Ю.Ц., Диловарова Т. А., Креславский В.Д. Кособрюхов А.А. Действие светодиодного облучения различного спектрального состава на фотосинтетический аппарат растений картофеля в культуре in vitro. //Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 5, 680-697.

Полякова М.Н., Мартиросян Ю.Ц., Диловарова Т.А., Кособрюхов А.А. Фотосинтез и продуктивность растений базилика при облучении различными источниками света // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50, № 1, с. 124-130.

Возьмите на заметку:

Приспособление фотосинтетического аппарата к спектру облучения происходит в течение нескольких часов и затрагивает реакции световой и темной стадии фотосинтеза, метаболические процессы в клетке.

Изменения биоэнергетики и пигментного комплекса верхушки подземного побега *Achillea millefolium* в процессе фотоморфогенеза

Маслова С.П., Дымова О.В., Шелякин М.А., Малышев Р.В.

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-282

E-mail: maslova@ib.komisc.ru

С применением методов калориметрии, полярографии и ВЭЖХа впервые были оценены интенсивности тепловыделения, дыхания, содержание фотосинтетических пигментов в верхушках подземных побегов *Achillea millefolium* в процессе фотоморфогенеза. На фотофобном этапе верхушки корневищ интенсивно дышали и запасали значительное количество энергии. Около 60% дыхания верхушек корневищ составлял энергетически эффективный цитохромный путь, доля альтернативного пути (АП) не превышала 25%. В этиолированной верхушке корневища хлорофиллы и каротиноиды присутствовали в следовых количествах, из каротиноидов обнаружены ксантофиллы, в основном лютеин (70%). С переходом к фотофильному этапу морфогенеза в зеленеющей верхушке сармента выявлено снижение скорости запасания поставляемой дыханием энергии и усиление активности энергодиссипирующего АП, доля которого в общем дыхании составила 50%. Содержание фотосинтетических пигментов в верхушке сармента было на порядок больше, чем в корневищах. Среди каротиноидов обнаружены b-каротин (43%), лютеин (32%) и пигменты ксантофиллового цикла – виолаксантин, зеаксантин, антероксантин, участвующие в защите фотосинтетического аппарата от фотодеструкции.

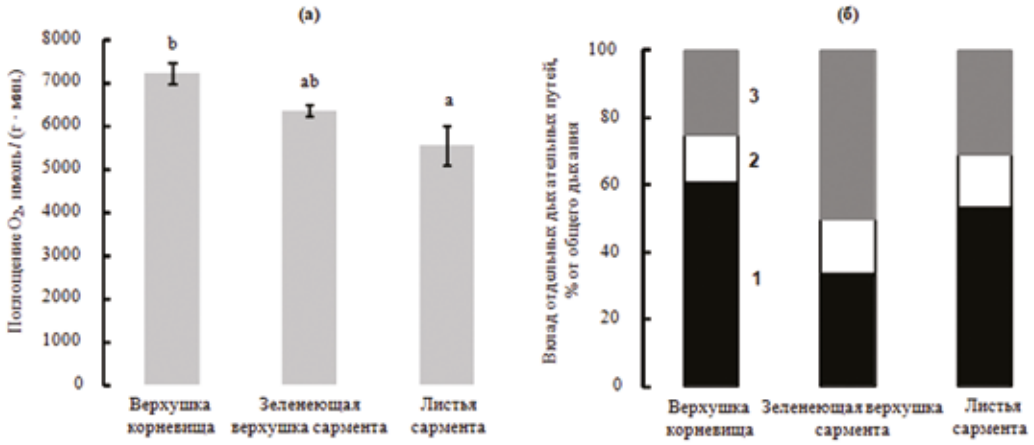
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Маслова С.П., Головко Т.К. Тропизмы подземных побегов – столонов и корневищ // Журнал общей биологии. 2017. 78: 47-60. doi: 10.1134/S207908641803009X

Возьмите на заметку:

В верхушках корневищ обнаружены фотосинтетические пигменты в низких концентрациях, из каротиноидов преобладал лютеин.

Показана активация АП дыхания в процессе фотоморфогенеза корневища, что обусловлено реализацией его антиоксидантной функции.



Интенсивность поглощения O_2 в верхушках корневищ и сарментов *Achillea millefolium* (а) и соотношение дыхательных путей (б).
1 – основной цитохромный путь дыхания;
2 – остаточная компонента дыхания, не связанная с деятельностью митохондрий;
3 – энергетически малоэффективный путь дыхания.

The root system of introgressive wheat evaluation for drought resistance breeding

Massimgaziyeva A.S.[1], Morgounov A.I.[2], Abugaliyeva A.I.[1], Kozhakhmetov K.K.[1], Chudinov V.A.[3], Savin T.V.[3]

[1] Kazakh scientific research institute of agriculture and plant growing, Almalybak, Kazakhstan,
[2] CIMMYT, Ankara, Turkey,
[3] Karabalyk Agrucultural Experimental Stration, Karabalyk, Kazakhstan
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-283
E-mail: miss.masimgazieva@mail.ru

The characteristics of the root system with the use of a climate controlled system and the Win-RHIZO-ROOT instrument are carried out in several parameters.

The starting conditions are marked winter genotypes (Bezostaya1 x Ae.*triaristata)*xKarlygash (unknown allele TaDreb), Zhetysu x *T.timopheevi* (TaDrevB1a:drought tolerant allele), Zhetysu x *T.militinae* and Erythrospermum350 x *T.kiharae* (TaDrebB1b:drought susceptible).

Cutting the aerial view as a stress that induces the development of the root system. Erythrospemum350x *T.kiharae* and Zhetysu x *T.militinae*, allocated to 3 of 9 indicators at seedling by weight of roots and leaves. After cutting are characterized by maximum severity, exceeding including maximum values for genotypes that have formed their root system without cutting off the above-ground part, both for the same name and for all signs. Thus, the genotypes specifically behaved in the dynamics system: 8-10 sprouts→uncut→cut. The genotypes react differently to shearing, as a stress inducing factor.

Spring genotypes Kazakhstanskaya 10 x *T.zhukovskyi*, 6625x *T.timopheevi*-3 and species *T.militinae, T.kiharae* characterized by a developed root system and the presence TaDreb1a.

Роль рецепторов цитокинина в регуляции ответа *Arabidopsis thaliana* на световой стресс

Медведева А.С., Данилова М.Н., Кудрякова Н.В., Кузнецов В.В.

Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-284
E-mail: medvedeva.plantphys@gmail.com

Несмотря на обилие работ, посвященных выявлению роли цитокининов в ответе растений на стресс, единое мнение об их влиянии на устойчивость не сформировано. Мы показали, что обработка цитокинином ($5x10^{-6}$ М транс-зеатин, *t*Z) изменяет ответ отделенных листьев 3-х недельных растений Arabidopsis thaliana на мягкий световой стресс (180 μE $м^{-2}с^{-1}$, 3 суток) по сравнению с листьями, инкубированными на воде. На растениях дикого типа tZ уменьшал накопление антоцианов, экспрессию гена фермента их синтеза *ANS*, максимальный фотохимический квантовый выход ФС II (Fv/Fm), что сопровождалось повышением экспрессии генов psbD и LHCB2.4, и изменением содержания хлорофилла. Кроме того, обработка tZ снижала содержание пролина и усиливала экспрессию генов Aox1a и CSD2, являющихся маркерами окислительного стресса. При этом показано, что tZ практически не действует на растения с инактивированным рецептором AHK3 (*ahk2/3, ahk3/4*). Полученные данные свидетельствуют о негативном влиянии *t*Z на устойчивость листа к световому стрессу, что опосредовано преимущественно рецептором AHK3.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-74-00135).

Возьмите на заметку:

Рецептор AHK3 опосредует негативное влияние цитокининов на устойчивость к световому стрессу

Ионообменные свойства клеточных стенок корня и их значение для некоторых физиологических процессов

Мейчик Н.Р., Николаева Ю.И., Кушунина М.А.

ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-285
E-mail: meychik@mail.ru

Принято считать, что клеточные стенки могут связывать ионы тяжелых металлов, при этом это свойство КС зависит от количества таких функциональных групп в оболочке, как –COOH, –OH and –SH. Наши исследования адсорбционной способности клеточных стенок в отношении Ni^{2+} и Cu^{2+}позволили впервые установить, что (1) гидроксильные группы не участвуют в связывании Me^{2+}; (2) наряду с карбоксильными группами полигалактуроновой кислоты в связывании Me^{2+}принимают участие карбоксильные группы гидроксикоричных кислот; (3) аминокислотные остатки участвуют в связывании Me^{2+} посредством образования координационных связей с Me^{2+}. Для выявления роли внеклеточного механизма защиты клеток корня от воздействия тяжелых металлов проведена сравнительная оценка накопления Ni^{2+} и Cu^{2+} корнями транспирирующих растений и их клеточными стенками, которые различались по структуре полимеров (*Triticum aestivum* L. и V*igna radiata* L.). Результаты дают основание полагать, что в некоторых диапазонах концентраций Me^{2+} при кратковременном воздействии (24 часа) депонирование Ni^{2+} и Cu^{2+} в клеточные стенки является основным механизмом защиты клеток корня от воздействия избыточных концентраций этих ионов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Meychik et al. Are the carboxyl groups of pectin polymers the only metal-binding sites in plant cell walls? Plant and Soil (2014 381: 25-34. doi.10.1007/s11104-014-2111-z

Meychik et al. Contribution of apoplast to short-term copper uptake by wheat and mung bean roots//Func. Plant Biol.(2016) 43: 403-412. doi.org/10.1071/FP15356

Meychik et al. The role of the cell walls in Ni binding by plant roots//J. of Plant Physiology (2019) 234–235:28-35. doi.org/10.1016/j.jplph.2019.01.008

Возьмите на заметку:

Полимерный матрикс внешнего компартмента клетки с его ионообменной способностью принимает участие в формировании механизма устойчивости растений к экстремальным условиям минерального питания, в частности, в ответ на засоление и Ме-стресс.

Влияние азотного лимитирования на морфофизиологические особенности *Dunaliella viridis* Teod. в накопительной культуре

Меметшаева О.А.

Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-286

E-mail: olga.memetshaeva@mail.ru

Дефицит азота у одноклеточных водорослей вызывает изменения в скорости роста, форме, размерах и структурной организации клеток. Поэтому, целью данной работы являлось исследование влияния азотного лимитирования на морфофизиологические особенности *Dunaliella viridis* при накопительном культивировании. В ходе эксперимента определено, что доля делящихся клеток при полном азотном обеспечении была выше, чем при его недостатке (в среднем в 2,3 раза), и менялась в зависимости от фазы роста культуры, при этом средняя доля мертвых клеток существенным образом не отличалась и составила, в среднем, 10 % в двух вариантах.

Изменения морфопараметров клеток находящихся, как в стадии роста, так и в стадии деления свидетельствовали об изменениях возрастной структуры популяции. Так, доля клеток меньшего объема преобладала в экспоненциальной и линейной фазах роста, достигнув максимального значения 53 % в контрольном варианте, что 2,5 раза выше по сравнению с опытным 21 %.

При азотном голодании были отмечены морфологические изменения в виде ярко выраженной грануляции в структуре клеток и изменении цвета с ярко-зеленого на бледно-зеленый, что свидетельствует о разрушении фотосинтетического аппарата.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Меметшаева О.А. Репродуктивная активность клеток Dunaliella viridis Teod. при разном углеродном обеспечении в накопительной культуре // Вопросы современной альгологии. 2018. № 3 (18). URL: http://algology.ru/1369

Возьмите на заметку:

Дефицит азота оказывает влияние на физиологическое состояние, морфометрические характеристики, активность фотосинтетических процессов, рост и развитие клеток *Dunaliella viridis.*

Третичная клеточная стенка растительных волокон: физиолого-биохимический взгляд на организацию и функционирование

Микшина П.В., Горшкова Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-287
E-mail: p.mikshina@gmail.com

Растения, ведущие, в основном, прикреплённый образ жизни, способны перемещать свои части в пространстве, как это происходит, например, при гравитропическом ответе у реакционной древесины. Одним из основных механизмов таких движений служит создание специализированных структур с контрактильными свойствами (растительные «мускулы»). В отличие от мышц животных, действие которых основано на белок-белковых взаимодействиях в протоплазме, функционирование «мускулов» растений основано на полисахаридах клеточной стенки, специфика состава, архитектуры и характера отложения которой относят ее к третичному типу.

В докладе будут обобщены представления о формировании контрактильных свойств у волокон с третичной клеточной стенкой, базирующиеся на натяжении латерально взаимодействующих микрофибрилл целлюлозы при захвате ими рамногалактуронана I. Основной акцент будет сделан на: а) особенности свойств рамногалактуронана I, обеспечивающие эффективное натяжение микрофибрилл; б) детализацию метаболизма этого полисахарида, позволяющую отследить последовательность и временные рамки модификаций третичной клеточной стенки при реализации ее функциональной нагрузки.

Работа поддержана РФФИ (18-34-20091).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gorshkova T. et al. Plant "muscles": fibers with a tertiary cell wall // New Phytologist (2018) 218: 66-72. 10.1111/nph.14997.

Mikshina P. et al. Physicochemical properties of complex rhamnogalacturonan I from gelatinous cell walls of flax fibers // Carbohydrate Polymers (2015) 117: 853-861. 10.1016/j.carbpol.2014.10.037.

Mikshina P. et al. Cellulosic Fibers: Role of Matrix Polysaccharides in Structure and Function // Cellulose: Fundamental Aspects. InTech Open, 2013. 10.5772/51941.

Возьмите на заметку:

Волокна формируют специфический тип целлюлозообогащенной клеточной стенки, обеспечивающей их контрактильными свойствами за счет натяжения микрофибрилл целлюлозы при захвате ими рамногалактуронана I с особыми свойствами.

Растения-экстремофилы: уроки устойчивости

Минибаева Ф.В.[1], Beckett R.P.[2]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦКазНЦ РАН, Казань, Россия,
[2]University KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, South Africa
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-288
E-mail: minibayeva@kibb.knc.ru

Абиотические стрессоры представляют серьезную угрозу для жизнедеятельности растений. Лишайники – симбиотические организмы, обладающие феноменальной устойчивостью к действию стрессовых факторов окружающей среды. В настоящее время становится очевидным, что лишайники – это сложноорганизованный микрокосм, объединяющий мультивидовые и мультиорганизменные симбиозы. Среди ключевых факторов устойчивости лишайников особое место занимают редокс ферменты с необычными свойствами и уникальные вторичные метаболиты. В лишайнике *Leptogium furfuraceum* нами идентифицирована пероксидаза, способная деградировать трудноокисляемые полимеры, что способствует поддержанию сапрофитного образа жизни этого фотосинтезирующего организма. Среди вторичных метаболитов лишайников присутствуют терпены, фенолы, необычные жирные кислоты, высокополимерный темный пигмент меланин, защищающий от УФ облучения и света высокой интенсивности. Тип меланина определяется взаимодействием мико- и фотобионта. Важным фактором формирования устойчивости лишайника являются бактерии-симбионты. Таким образом, комплексность и взаимодействие симбионтов – залог стрессовой устойчивости лишайников. Работа поддержана грантом РНФ № 18-14-00198.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Liers C. et al. A heme peroxidase of the ascomyceteous lichen Leptogium saturninum oxidizes high-redox potential substrates // Fungal Genetics and Biology (2011) 48: 1139-1145.

Mafole T.C. et al. Tolerance to photoinhibition wit in lichen species is higher in melanised thalli // Photosynthetica (2019) 57: 96-102.

Возьмите на заметку:

Лишайники – симбиотические фотосинтезирующие организмы, обладающие феноменальной устойчивостью к действию стрессовых факторов окружающей среды.

Комплексность и взаимодействие симбионтов – залог стрессовой устойчивости лишайников.

Изменение роста и развития *Ocimum basilicum* предпосевной обработкой семян плазмой барьерного разряда

Минич А.С., Минич И.Б., Никитина К.А., Иванова И.Д., Верховод М.К.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Томский государственный педагогический университет", Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-289
E-mail: minich@tspu.edu.ru

Предпосевная обработка семян плазмой барьерного разряда способствует улучшению поглощения влаги семенами, раннему их прорастанию, активирует рост растений, но зависит от условий обработки семян и вида растения. Нами исследовалось влияния предпосевной обработки семян плазмой в среде аргона на морфогенез и продуктивность *Ocimum basilicum*. Семена обрабатывались в плазмохимическом реакторе с планарным расположением электродов и диэлектрическим барьером из стеклотекстолита толщиной 2 мм. Площадь высоковольтного электрода – 48 см^2, величина разрядного промежутка – 2 мм, амплитуда высоковольтных импульсов напряжения – 8 кВ, частота повторения – 2 кГц. Продолжительность обработки семян – 5, 10, 15 и 20 с. Базилик выращивался в светокультуре до технической спелости под лампами ДНАЗ-150 с интенсивностью светового потока 120 Вт/м^2 и фотопериодом 16 ч при 24°С. Результаты показали, что у обработанных плазмой семян повышается всхожесть и энергия прорастания на 33-100%. В технической спелости достоверно увеличивается число листьев, площадь их поверхности, сырая и сухая биомассы на 66, 18, 39 и 30% и на 49, 36, 53, 58% соответственно у растений, выращенных из семян с временем обработки 5 и 10 с.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Минич А.С. и др. Регуляция морфогенеза и продуктивности Lactuca sativa L. предпосевной экспозицией семян плазмой разряда атмосферного давления // Известия Уфимского научного центра РАН (2018) 1: 28-34. doi: 10.31040/2222-8349-2018-0-1-28-34

Minich A.S. et al. The influence of pre-sowing seed treatment with a use of microelements and barrier discharge plasma on productivity of Cucumis sativus // AIP Conference Proceeding (2018) 2051: 020197. https://doi.org/10.1063/1.5083440

Возьмите на заметку:

Обработка семян плазмой барьерного разряда является перспективным методом улучшения их посевных качеств, стимулирования роста, развития и повышения продуктивности растений.

Действие спиртов на клетки *Synechocystis*: мембраны и гены

Миронов К., Лось Д.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-290
E-mail: kirill.mironoff@gmail.com

Нами проведено систематическое исследование влияния девяти первичных алифатических спиртов (от метанола до нонанола), а также ароматического бензилового спирта на физическое состояние клеточных мембран и на экспрессию генов, кодирующих десатуразы жирных кислот (ЖК) у цианобактерии *Synechocystis* sp. PCC 6803. Мы обнаружили, что обработка клеток спиртами приводила к значительной репрессии генов десатураз ЖК, что при длительном воздействии этих веществ также отражалось и на ЖК-составе клеток, в частности сильно снижался индекс ненасыщенности ЖК. Механизм действия спиртов связан со снижением вязкости клеточных мембран, которая по механизму обратной связи приводит к репрессии десатураз жирных кислот. Этот эффект достаточно силен для С4-С7 спиртов, которые в силу своей гидрофобности "растворяются" в клеточных мембранах, меняя их физические свойства.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Mironov K.S. et al. Membrane physical state and stress regulation in Synechocystis: fluidizing alcohols repress fatty acid desaturation // Plant J. (2019) 96: 1007-1017. doi: 10.1111/tpj.14086

Возьмите на заметку:

Первичные алифатические спирты снижают вязкость клеточных мембран, вызывая репрессию генов десатураз жирных кислот.

Влияние pH среды на функциональное состояние фотосинтетического аппарата редких эндемичных растений флоры Крыма в условиях *in vitro*

Митрофанова И.В., Браилко В.А., Лесникова-Седошенко Н.П., Иванова Н.Н., Митрофанова О.В.

ФГБУН "Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН", Ялта, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-291

E-mail: irimitrofanova@yandex.ru

Проблема сохранения биоразнообразия является приоритетной. Использование метода индукции флуоресценции хлорофилла широко применяется в экспериментальной биологии как интегральный критерий функционального состояния растений.

Целью исследования – оценить влияние pH среды на функциональное состояние редких эндемичных видов флоры Крыма, культивируемых *in vitro*. Измерения проведены на флуориметре LPT-1/CFU. Экспланты культивировали на питательной среде МС, дополненной регуляторами роста при 22±1°С, 16 часовом фотопериоде и освещенности 37,5 μM м^2 с$^{-1}$.

В результате проведенных экспериментов отмечена видоспецифическая реакция фотоиндукции. Максимальное светоотражение выявлено у *Lagoseris callicephala*; минимальное – у *Scrophularia exilis, Heracleum ligustifolium* и *Silene jailensis*. По параметру (F_m-F_{st})/F_m (0,55-0,64 отн. ед.) определены значения pH, оптимальные для культивирования и сохранения жизнеспособного состояния изученных культур *in vitro*: для L. *callicephala*, L. *purpurea* – 5,4…5,6; для S. *jailensis* – 5,6; для *H. ligustifolium, S.* exilis и *Lamium glaberrimum* –5,6…5,8. Угнетение работы фотосистемы-2 отмечено при более высокой кислотности pH (5,0…5,2).

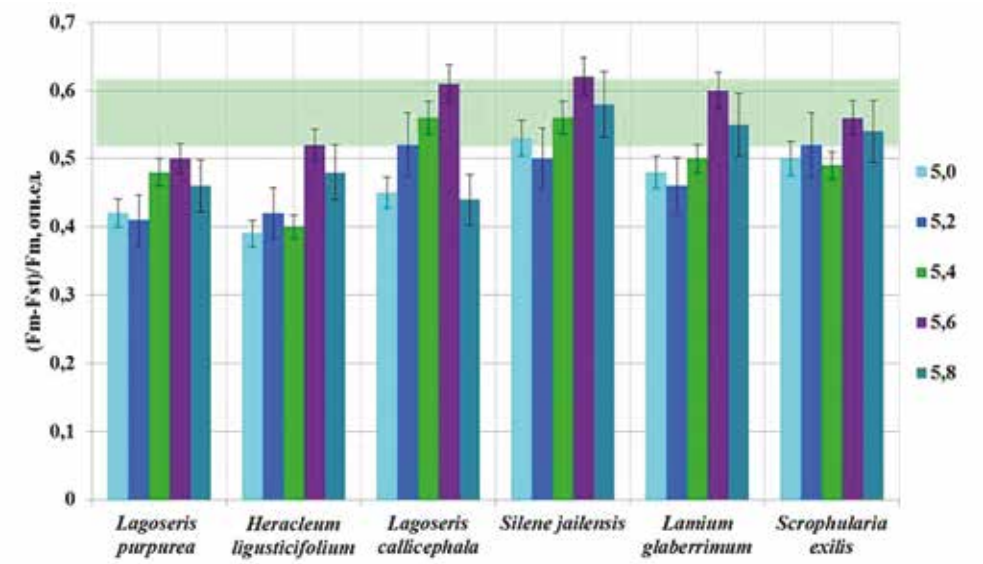
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Митрофанова О.В. и др. Биотехнологические и физиологические аспекты размножения некоторых редких эндемиков флоры Горного Крыма // Экоситемы (2017) 11: 44–52.

Brailko V.A. et al. Some morphological and physiological features of chrysanthemum under in vitro culture // Acta Horticulturae (2018) 1201: 607-612. doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1201.81

Возьмите на заметку:

Для редких эндемичных видов флоры Крыма выявлены в условиях *in vitro* оптимальные значения pH среды (5,6-5,8). Угнетение развития растеньиц наблюдали при pH 5,0-5,2.



Водяной орех - растение будущего

Михайлова Е.В.[1], Артюхин А.Е.[2], Зулькарнаева Е.Ш.[3], Кулуев Б.Р.[1]

[1]Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия,
[2]ФГБОУ ВО "Башкирский государственный университет", Уфа, Россия,
[3]СПбГУ, Санкт Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-292
E-mail: mikhele@list.ru

Водяной орех Trapa L. - род съедобных и лекарственных растений, знакомых человеку со времен палеолита. В последние годы его интенсивно исследуют и культивируют в Китае, тогда как европейские и российские популяции остаются незатронутыми. Особенно актуально их изучение в связи со снижением численности и угрозой вымирания, в том числе и по вине человека. Проведен морфологический и генетический анализ образцов водяного ореха из наиболее северных и глубоких местообитаний (Башкортостан) и более южных и эвтрофицированных (Оренбургская область). Оценены различия в химическом составе воды в этих местообитаниях, выявлены основные вредители. Спиртовой, гексановый и пептидный экстракты кожуры плода водяного ореха обладают антибактериальной активностью, зависящей, однако, от времени сбора. Нами оптимизирована методика культивирования эмбрионов T. *natans in vitro* и в аквариуме. Плоды были интродуцированы в труднодоступные водоемы. Изучение водяного ореха поможет сохранению популяций и возрождению его аквакультуры.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-74-00056)

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кулуев Б.Р. и др. Водяной орех плавающий Trapa L.: биология, ареал распространения и исследование его изолированных популяций в озерах Нуримановского района Республики Башкортостан // Биомика (2017) 9(2): 101–118

Кулуев Б.Р. и др. Антибактериальная активность спиртового экстракта эндокарпиев водяного ореха Trapa sibirica Fler. // Экобиотех (2018) 1(1): 45-51

Возьмите на заметку:

Несмотря на неблагоприятный pH воды в Оренбургской области (8,5) и заболачивание, розетки листьев водяного ореха были на 30% крупнее, чем в Башкортостане.

В корнях водяного ореха содержатся хлоропласты.

Регуляция процессов первичного и вторичного метаболизма растений LED-освещением различного спектрального состава и интенсивности

Молчан О.В., Куделина Т.Н., Обуховская Л.В., Зубей Е.С.

ГНУ "Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф.Купревича Национальной академии наук Беларуси", Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-293
E-mail: olga_molchan@mail.ru

Свет играет ключевую роль в регуляции роста и развития, биосинтеза и накопления первичных и вторичных метаболитов растений. Современные эффективные светодиоды (LED) могут излучать свет любой длины волны в диапазоне от УФ-С (250 нм) до ИК (1000 нм) и используются сегодня как в практическом растениеводстве, так и в фундаментальных исследованиях, поскольку позволяют создавать любые световые режимы, в т.ч. регулирующие процессы фотосинтеза и фотоморфогенеза.

В результате многолетних исследований было изучено влияние LED-освещения различного спектрального состава и интенсивности на процессы фотосинтеза, водного обмена, активность антиоксидантных систем и продуктивность ряда с/х и лекарственных растений и культур *in vitro* в регулируемых условиях и промышленных теплицах. Установлено, что LED-освещение позволяет увеличить урожайность, ускорить накопление вегетативной биомассы, цветение и созревание плодов, стимулировать укоренение и прорастание, процессы биосинтеза вторичных метаболитов, повысить адаптивный потенциал растений.

Применение LED перспективно для управления физиологическими реакциями и продукцией ценных метаболитов в системах искусственного культивирования растений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Молчан О.В. Привалов В.И., Петринчик В.О., Астасенко Н.И. Влияние светодиодного освещения на ростовые процессы и содержание фармакологически ценных вторичных метаболитов растений Catharanthus roseus (Apocynaceae) в условиях закрытого грунта / Химия растительного сырья. 2017. №3. С.147-156

Молчан О.В., Обуховская Л.В., Трофимов Ю.В., Пугачевский А.В. LED-освещение в производстве продукции растениеводства закрытого грунта / Наука и инновации. 2018. № 5 (183). С. 38-43.

Физиолого-биохимические особенности листьев сортов *Prunus cerasífera* на разных подвоях

Мотылева С.М., Упадышева Г.Ю.

ФГБНУ "Всероссийский селекционнго технологический институт садоводства и питомниководства", Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-294

E-mail: motyleva_svetlana@mail.ru

Изменение физиолого-биохимических показателей листьев привитых растений *Prunus cerasífera* под влиянием подвоя является актуальным для прогнозирования совместимости и адаптивности растений. Проведено комплексное исследование листьев 3 сортов алычи Злато Скифов, Кубанская комета и Найдена, привитых на двух зимостойких подвоях – ОПА-15-2 и ВВА-1 и двух менее зимостойких подвоях 13-133 и сеянцы. Методом спектрофотометрии установлено влияние подвоя на синтез водорастворимых веществ-антиоксидантов в листьях, показано, что антиоксидантная активность спиртовых экстрактов листьев зимостойких комбинаций выше на 20%, а водных на 25%, чем в листьях менее зимостойких комбинаций. Влияние подвоя было также установлено и на содержание суммы хлорофиллов a и b. Методом газовой хромато-масспектометрии показаны различия состава низкомолекулярных метаболитов в листьях в зависимости от сорта и подвоя. По библиотечным масс-спектрам идентифицировано 56 индивидуальных веществ из 7 классов соединений (аминокислоты, органические кислоты, жирные кислоты, углеводы, карбоновые кислоты, многоатомные спирты, фенольные соединения). Определены вещества, характерные для зимостойких комбинаций.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Упадышева Г.Ю., Мотылева С.М., Мертвищева М.Е. Исследование совместимости привойно-подвойных комбинаций абрикоса с использованием биохимических показателей// Садоводство и виноградарство (2018) 3. 35-41 DOI: 10.25556/VSTISP.2018.3.14172

Upadysheva, G., Motyleva, S., Kulikov, I., Medvedev, S., Mertvishcheva, M. Biochemical composition of sweet Cherry (Prynus Avium L.) fruit depending on the scion-stock combinations// Potravinarstvo (2018). 1.12,533-538. doi: https://doi.org/10.5219/923

Возьмите на заметку:

Изучали изменение антиоксидантной активности и состава метаболитов листьев *Prunus cerasífera* для понимания физиолого-биохимических механизмов взаимодействия подвоя и привоя.

Адаптация холодостойких растений к гипотермии

Мошков И.Е.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-295
E-mail: ie.moshkov@mail.ru

Гипотермия – один из основных факторов, определяющих географическое распространение растений. При охлаждении снижается текучесть мембран и активность ферментов, обеспечивающих осуществление фотосинтеза. Дисбаланс между энергетикой и метаболизмом ведет к генерации в хлоропластах АФК. У теплолюбивых растений АФК нарушают целостность мембран, которую при гипотермии теплолюбы не могут восстановить. Хлоропласты холодостойких растений - важнейшие игроки при закаливании Холодостойкие растения, включая А. *thaliana,* благодаря способности к закаливанию, продолжают жизненный цикл в изменившихся условиях. У этого типа растений АФК действуют как сигналы, регулирующие экспрессию генов ацил-липидных десатураз, что позволяет восстановить повреждения и поддержать эффективность фотосинтеза, рост и обеспечить продуктивность. Следовательно, наличие компромисса между устойчивостью к холоду и фотосинтезом – самая характерная черта холодостойких растений, а изучение экспрессии генов десатураз в ходе закаливания - перспективное направление исследований для выявления маркеров закаливания и понимания стратегии адаптации к сменам температурного режима у растений в их естественных условиях обитания.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Селиванов А.А.и др. Изменение содержания транскриптов генов десатураз жирных кислот растений арабидопсиса при адаптации к гипотермии // Физиология растений (2017) 64: 228-234.

Синькевич М.С. и др. Активность антиоксидантных ферментов у растений Arabidopsis thaliana при закаливании // Физиология растений (2016) 63: 777-782.

Возьмите на заметку:

При закаливании холодостойких растений окислительный стресс не развивается, а изменение фотосинтеза –мера способности к закаливанию.

Транзиторная динамика экспрессии генов ацил-липидных десатураз – потенциальный молекулярный маркер закаливания.

Роль вариабельного потенциала в индукции специфичного функционального ответа в проростках гороха при действии раздражителей различной природы

Мудрилов М.А., Юдина Л.М., Воденеев В.А.

ФГАОУ ВО "Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского", Нижний Новгород, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-296

E-mail: mtengri@yandex.ru

Действие разнообразных факторов вызывает специфичный функциональный ответ у высших растений. Но механизмы, обеспечивающие своевременную и адекватную реакцию не до конца ясны. Одним из возможных кандидатов на эту роль является вариабельный потенциал (ВП), распространяющийся из зоны раздражения. Целью работы служит анализ связи между параметрами функционального ответа и ВП, индуцированных различными раздражителями.

Исследования проводили на проростках гороха (*Pisum sativum* L.). Раздражителями выступали локальный ожог, постепенный нагрев и раздавливание участка листа. В работе применяли методы внеклеточной регистрации электрической активности, PAM-флуориметрии и инфракрасного газоанализа.

Раздражение вызывало генерацию ВП, его параметры, в том числе вероятность распространения в исследуемый лист, различается в зависимости от природы раздражителя. Развитие функционального ответа следует по времени за распространением ВП и демонстрирует различную степень корреляции с его параметрами, в зависимости от типа раздражителя. Полученные результаты позволяют предположить, что ВП обуславливает специфичность параметров функционального ответа.

Работа выполнена в рамках проекта № 6.3199.2017/ПЧ.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Vodeneev. V, Mudrilov M., Akinchits E., Balalaeva I., Sukhov V. Parameters of electrical signals and photosynthetic responses induced by them in pea seedlings depend on the nature of stimulus // Functional Plant Biology (2018) 45(2): 160-170. doi: 10.1071/FP16342

Sukhova E., Mudrilov M., Vodeneev V., Sukhov V. Influence of the variation potential on photosynthetic flows of light energy and electrons in pea // Photosynthesis Research (2017) 136(2): 215-228. . doi: 10.1007/s11120-017-0460-1

Возьмите на заметку:

Параметры вариабельного потенциала различаются в зависимости от типа раздражителя.

Параметры функционального ответа различаются в зависимости от природы раздражителя и проявляют зависимость от параметров вариабельного потенциала.

Glandular trichomes of *Millingtonia hortensis* (Bignoniaceae) flowers and emission of scent volatiles

Muravnik L.E.[1], Mosina A.A.[1], Zaporozhets N.L.[1], Bhattacharya R.[2], Saha S.[2], Ghissing U.[2], Mitra A.[2]

[1]ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия,
[2]Indian Institute of Technology, Kharagpur, India
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-297
E-mail: lemur50@mail.ru

The surface of the leaves and flowers of *Millingtonia hortensis* is covered with the glandular trichomes (GTs) of three types. Among them the most common are peltate trichomes. They are situated on the peduncle, calyx, petal, ovary and leaves. GTs of the 1st type consists of 12-16-cell disk-shaped head and a short stalk. GTs of the 2nd type is capitate trichomes with two to four-celled head on the short wide stalk; they are formed on a corolla tube. GTs of the 3rd type there are only on petals; they are immersed in pits. Series of histochemical reactions and fluorescent microscopy allow finding in GTs secretion of lipid content. Phenolic substances are predominately identified in foliar GTs whereas terpenoids present in a larger degree in the GTs of petal, corolla tube and ovule. Specific ultrastructural characteristic is typical for GTs of each type. GC-MS analysis revealed the presence of monoterpenoid compounds viz. linalool, *trans*-nerolidol, α-farnescene and cineole as major volatile compounds that are emitted from floral tissue.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Muravnik LE, Kostina OV & Shavarda AL Glandular trichomes of Tussilago farfara // Planta. 2016. 244: 737-752. doi:10.1007/s00425-016-2539-x

Muravnik LE, Kostina OV, Mosina AA. Glandular trichomes of the leaves in three Doronicum species: morphology, histochemistry and ultrastructure // Protoplasma. 2019. doi.org/10.1007/s00709-018-01342-2.

Возьмите на заметку:

Железистые трихомы, локализованные на разных органах одного растения, различаются между собой по морфологии, ультраструктуре и составу выделяемого секрета

Регуляция экспрессии стресс-протекторных генов брассиностероидами при хлоридном засолении

Мурган О.К., Малофий М.К., Коломейчук Л.В.

ФГБО ВПО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", Биологического институт, Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-298
E-mail: reborn_rinni@mail.ru

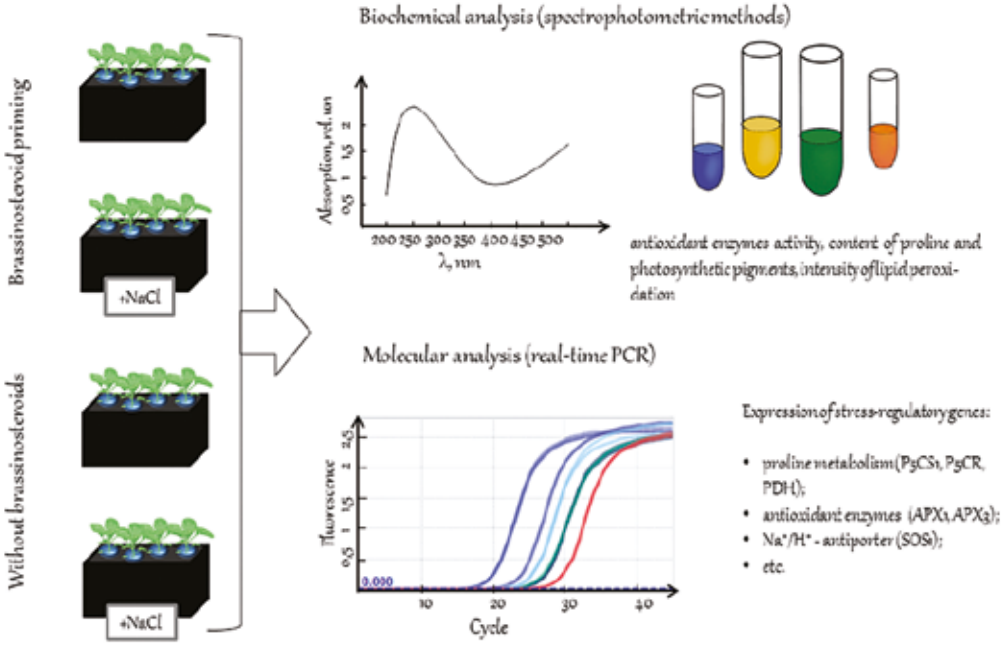
Поиск новых возможных путей повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к неблагоприятным условиям окружающей среды, таким как хлоридное засоление почвы, предполагает изучение механизмов устойчивости на разных уровнях регуляции.

Исследования проводили на растениях *Solanum tuberosum* L. среднеспелого сорта Луговской и раннеспелого сорта Жуковский ранний. Нами показан стресс-протекторный эффект кратковременной предобработки растений брассиностероидами при хлоридном засолении. Защитное действие брассиностероидов оценивали по физиологическим (осмотический потенциал клеточного экссудата, степень перекисного окисления липидов, содержание фотосинтетических пигментов, пролина, активность антиоксидантных ферментов) показателям. Кроме того, методом ПЦР в реальном времени определён относительный уровень экспрессии ряда стресс-регулируемых генов – метаболизма пролина, антиоксидантных ферментов, Na+/H+ антипортера и др. в ответ на действие экзогенных брассиностероидов. Впервые была установлена причина снижения содержания пролина в ответ на прайминг брассиностероидами и показаны возможные механизмы защитного действия стероидных гормонов.Работа выполнена при поддержке РНФ(№16-16-04057).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Efimova M. V. ... Murgan O.K. et al. Physiological Mechanisms of Solanum tuberosum L. Plants' Tolerance to Chloride Salinity// Russian Journal of Plant Physiology(2018) 65:394-403

Efimova M. V. ... Murgan O.K. et al. The priming of potato plants induced by brassinosteroids reduces oxidative stress and increases salt tolerance // Doklady Biological Sciences(2018) 478:33-36.



Роль калия в регуляции конститутивной и стресс-индуцированной автофагии у растений

Муртузова А.В.[1,2], Рабаданова К.К.[1], Добрякова К.С.[1], Тютерева Е.В.[1], Войцеховская О.В.[1]

[1]ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия,
[2]ФГБУН "Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского Научного Центра РАН", Махачкала, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-299

E-mail: amurtuzova@binran.ru

Автофагия - катаболический путь деградации компонентов клетки в литических компартментах. В клетках растений конститутивная автофагия участвует в обновлении клеточных структур в норме. Также автофагия индуцируется при различных стрессах и при голодании растений, например, по азоту и углероду. Ключевой макроэлемент минерального питания растений – калий, обеспечивающий осмотический, электрический и ионный гомеостаз, работу устьиц и другие процессы. Недостаток калия в почве может быть серьезной проблемой для сельского хозяйства, однако, неизвестно, как голодание по калию влияет на регуляцию автофагии. В данной работе на модели *Arabidopsis* исследовали, каким образом дефицит калия в среде выращивания влияет на активацию двух типов автофагии: конститутивной и индуцированной солевым стрессом, в ходе которого клетки корней теряют калий. Использовали растения, где белок-маркер автофагосом ATG8 был помечен флуоресцентным тегом. Подсчет автофагосом проводили методом CLSM, интенсивность автофагического потока определяли путем иммуноблоттинга, также определяли уровни экспрессии гена *Gork*, кодирующего калиевые каналы –сайты утечки калия из клеток.

Исследование поддержано РНФ №18-16-00074.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Рабаданова К. К. и др. Клеточные и молекулярные механизмы контроля автофагии: потенциал для повышения стрессоустойчивости и продуктивности культурных растений (обзор) // Сельскохозяйственная биология (2018) 53:881-896. DOI:10.15389/agrobiology.2018.5.881eng

Возьмите на заметку:

Впервые исследовали, каким образом дефицит калия в среде выращивания растений влияет на активацию двух типов автофагии: конститутивной и индуцированной солевым стрессом.

Регуляция устойчивости растений *Solanum tuberosum* к хлоридному засолению жасмоновой кислотой в культуре *in vitro*

Мухаматдинова Е.А., Медведева Ю.В., Ефимова М.В.

ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-300
E-mail: muhamatdinowa.ewg@yandex.ru

В настоящее время производство 90% всей мировой агрономической продукции достигается за счет выращивания тридцати видов сельскохозяйственных культур, подавляющее большинство которых являются гликофитами. Несмотря на то, что картофель характеризуется относительно низкой устойчивостью к хлоридному засолению, механизмы повышения толерантности растений к солевому стрессу в настоящее время слабо изучены.

Нами проведена оценка солеустойчивости пробирочных растений-регенерантов картофеля среднеспелого сорта Луговской к хлоридному засолению, основываясь на суточной динамике морфологических и физиологических показателей. Впервые продемонстрирован защитный эффектжасмоновой кислоты, значительно снижающей ингибирующее воздействие соли на рост и развитие растений картофеля в условиях *in vitro*.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Российского фонда фундаментальных исследований№ 17-54-61016-Египет_а.

Структурно-функциональный анализ промоторов семейства генов цитокининовых рецепторов картофеля

Мякушина Ю.А., Ломин С.Н., Колачевская О.О., Гетман И.А., Романов Г.А.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-301
E-mail: yulia-myakushina@yandex.ru

Образование клубней картофеля стимулируется как внешними условиями, так и эндогенными соединениями. Среди последних важную роль играют фитогормоны. В работах нашей научной группы было показано, что экзогенно добавленные гормоны цитокинины (ЦК) стимулируют клубнеобразование. Таким образом, молекулярная идентификация участников рецепции и трансдукции ЦК-сигнала у картофеля открывает перспективы повышения продуктивности этого растения. Ранее нами было показано, что картофель сорта Дезире содержит, как минимум, шесть ЦК-рецепторов: StHK2a, StHK2b, StHK3a, StHK3b, StHK4a и StHK4b. Нам удалось амплифицировать промоторы генов данных рецепторов и определить их нуклеотидные последовательности. Промоторной считали последовательность ДНК длиной 2500 пн до старта транскрипции. С помощью методов биоинформатики проведен поиск чувствительных к ЦК регуляторных элементов. В результате, эти элементы найдены в проксимальных промоторных областях лишь генов *StHK4a* и *StHK4b*. Эти данные согласуются с данными генной экспрессии, полученными в нашей лаборатории: среди всех рецепторов картофеля только *StHK4* активировался в ответ на воздействие ЦК.

Работа поддержана грантом РНФ № 17-74-20181.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Lomin S.N. et al. Cytokinin perception in potato: new features of canonical players // Journal of Experimental Botany (2018) 69(16): 3839-3853. doi: 10.1093/jxb/ery199.

Влияние полисахаридной фракции гриба *Hericium erinaceus* на рост меристемного картофеля в обычных условиях и при инфицировании *Erwinia herbicola*

Назарова Я.И.[1], Бакулина А.В.[1], Широких И.Г.[2], Огородникова С.Ю.[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого", Киров, Россия,
[2]ФГБУН "Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН", Киров, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-302
E-mail: yan1997183@yandex.ru

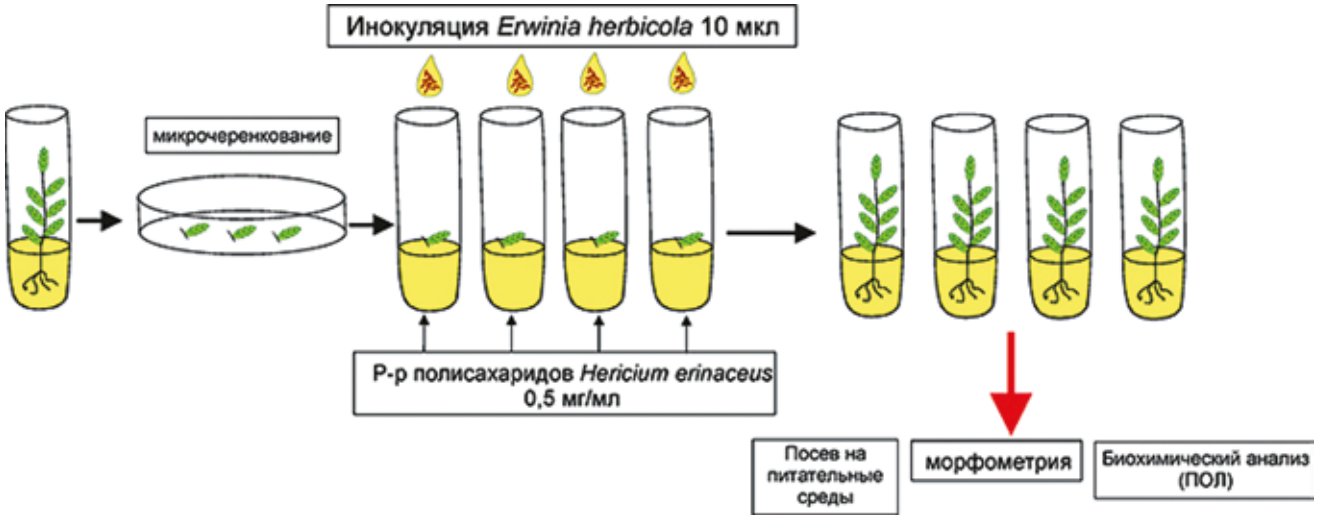
Полисахариды базидиальных грибов известны многообразием своей физиологической активности в отношении клеток человека и животных, тогда как данные об их влиянии на клетки растений фрагментарны. Целью работы явилось изучение воздействия полисахаридной фракции (ПФ), выделенной из сухой массы *Hericium erinaceus* на рост картофеля Пранса *in vitro* в обычных условиях и при инокуляции *Erwinia herbicola*. Было выявлено, что обмакивание черенка картофеля в раствор ПФ (0,5 мг/мл) перед пассажем на свежую среду, способствует увеличению на 9% линейных размеров растений в сравнении с контролем. В присутствии ПФ улучшался перекисный гомеостаз картофеля. Содержание МДА в листьях контрольных растений составило 18,8±1,58 нмоль/г, а у растений, обработанных полисахаридом, было достоверно ниже (14,6±1,33 нмоль/г). При бактеризации картофеля *E. herbicola* ($8,5\times10^{10}$ КОЕ/мл) ПФ способствовала более массированному проникновению бактерии в ткани листьев и стебля ($(1,3\pm0,02)\times10^{8}$ КОЕ/г) по сравнению с контролем ($(3,6\pm0,06)\times10^{6}$КОЕ/г), на заселении же корневых тканей действие ПФ не отразилось. Таким образом, оценка влияния ПФ H. erinaceus на взаимодействие растения с бактерией требует дальнейших исследований.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Назарова Я.И. и др. Выделение и моносахаридный состав полисахаридов, полученных из гриба Hericium erinaceus // Фундаментальная гликобиология. сб. материалов IV Всерос. конф. (2018) 71-78.

Мерзаева О.В., Широких И.Г. Образование ауксинов эндофитными актинобактериями озимой ржи // Прикладная биохимия и микробиология (2010) 46(1): 51-57.

Мерзаева О.В., Широких И.Г. Колонизация актиномицетами различных родов прикорневой зоны растений // Микробиология (2006) 75(2):271-276.



Инициация роста растяжением в корне кукурузы - взгляд со стороны транскриптомики

Назипова А.Р.[1], Козлова Л.В.[1], Горшков О.В.[1], Энейская Е.В.[2], Кульминская А.А.[2], Горшкова Т.А.[1]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[2]Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Гатчина, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-303
E-mail: nazipova_alsu@mail.ru

Одним из ключевых этапов развития растения является рост его клеток растяжением. Предположительно, увеличение объема растительной клетки в ходе роста осуществляется под действием тургора в пределах, которые определяются свойствами ее клеточной стенки. Очевидно, что процесс перехода клетки от деления к растяжению должен быть сопряжен с масштабными изменениями ее метаболизма. Объектом исследования служили меристема и зона начала растяжения первичного корня проростков кукурузы. Транскриптомное профилирование двух этих зон позволило получить "отпечаток" процессов, происходящих в клетках при переходе от деления к растяжению, на уровне мРНК. Из общего пула дифференциально экспрессирующихся генов 21% составляли гены, кодирующие белки клеточной стенки: от структурных белков до ферментов, участвующих в ее формировании и модификации. К числу последних относятся гликозил-гидролазы, динамика их ферментативной активности при инициации роста растяжением была проанализирована с помощью икусственых субстратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, номер проекта - 18-14-00168.

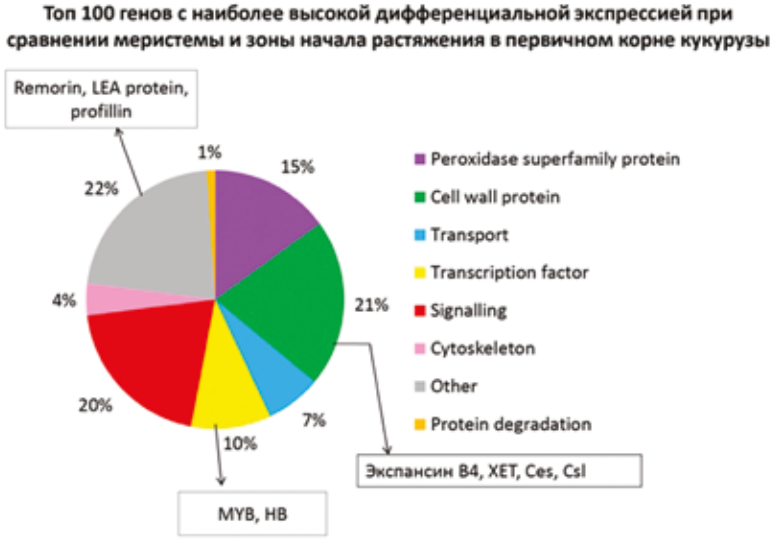
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kozlova L.V. et al. Systemic use of "limping" enzymes in plant cell walls // Russian Journal of Plant Physiology (2017) 64.6: 808-821. doi:10.1134/S102144371706005X

Kozlova L.V. et al. Differential expression of α-L-arabinofuranosidases during maize (Zea mays L.) root elongation // Planta (2015) 241.5. doi:10.1007/s00425-015-2244-1

Возьмите на заметку:

С помощью транскриптомного анализа выявлено 2798 генов, дифференциально экспрессирующихся при переходе клеток первичного корня кукурузы от деления к растяжению.



Транскрипция генов десатураз при низкотемпературном закаливании картофеля

Нарайкина Н.В.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-304
E-mail: narai@yandex.ru

Исследовали изменения в содержании транскриптов генов *FAD2, FAD3, FAD6* и *FAD7*, кодирующих Δ12- и ω3-ацил-липидные десатуразы, а также изменения в составе и содержании жирных кислот (ЖК) мембранных липидов у растений картофеля (Solanum tuberosum L.) при низкотемпературном закаливании (7 суток при 3°С). Показано, что закаленные растения выживали после действия повреждающей температуры (-2°С, 18 ч). При этом общее содержание ЖК повышалось почти на 30%. Содержание линолевой (18:2) ЖК и линоленовой (18:3) ЖК, в образовании которых участвуют исследуемые десатуразы, также повышалось и составило 65% от суммы ЖК. Показано, что гены FAD6, FAD7, кодирующие, соответственно, хлоропластные Δ12- и ω3-ацил-липидные десатуразы, поддерживали относительную интенсивность транскрипции на уровне контроля, тогда как содержание транскриптов генов *FAD2* и *FAD3*, кодирующих Δ12- и ω3-десатуразы ЭПР достоверно снижалась в процессе закаливания. Сопоставление данных по содержанию ЖК и транскрипции генов соответствующих десатураз позволяет предположить, что наблюдаемое повышение содержания (18:2) и (18:3) ЖК могло происходить в липидах хлоропластов.

Работа поддержана грантом РФФИ № 16-34-00604 мол_а.

Фотоингибирование фотосистемы 2 высших растений: механизмы участия триплетного хлорофилла

Неверов К.В.

Федеральный исследовательский центр "Фундаментальные основы биотехнологии" РАН, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-305
E-mail: neverovk@mail.ru

В работе изучались механизмы участия триплетного хлорофилла (^{3}Хл) в фотоингибировании фотосистемы 2 (ФС 2). Фотогенерация ^{3}Хл была изучена методом регистрации фосфоресценции и флуоресценции при 77К в репаратах РЦ (D_1D_2-частицы) и "ядер" ФС 2 с дважды восстановленным хиноном Q_A.

В спектрах фосфоресценции ^{3}Хл в обоих типах препаратов доминировал максимум при 952-955 нм ($\Delta\lambda 1/2$ = 21,5 нм, время жизни 1.5-1.6 мс. Квантовый выход фосфоресценции Хл в препаратах "ядер" ФС 2 с восстановленным Q_A был в 10 раз ниже, чем в препаратах РЦ и в растворах Хл *a*.

Сильное падение люминесценции Хл наблюдалось в препаратах РЦ с силикомолибдатом (вызывающим фотонакопление окисленного состояния P680+Фео), в присутствии дитионита (вызывающего фотонакопление состояния P680Фео$^-$) а также в "ядрах" ФС 2 с окисленным Q_A. Эти данные указывают на рекомбинационный характер как фосфоресценции, так и флуоресценции Хл.

Таким образом, нами впервые была показана общность механизмов образования ^{3}Хл в комплексах ФС 2 разного уровня организации. При этом в "ядрах" ФС 2 была обнаружена фотогенерация триплета Хл и другого, конверсионного типа, что позволяет обсуждать вклад обеих форм ^{3}Хл в фотоингибирование ФС 2.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

[1]Neverov K.V., et al. Low-temperature (77 K) phosphorescence of triplet chlorophyll in isolated reaction centers of photosystem II // (2015) Photosynth. Research, 125:43–49. DOI 10.1007/s11120-015-0105-1

[2]Zabelin A.A., Neverov K.V., et al. Characterization of the low-temperature triplet state of chlorophyll in photosystem II core complexes: Application of phosphorescence measurements and Fourier transform infrared spectroscopy //BBA – Bioenergetics (2016) 1857: 782–788.

Действие ресвератрола на микровязкость мембран митохондрий гороха *in vitro*

Неврова О.В.[1], Герасимов Н.Ю.[1], Жигачева И.В.[1], Генерозова И.П.[2], Голощапов А.Н.[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физикиим. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия,
[2]Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-306
E-mail: neova@mail.ru

Ресвератрол -это природный антиоксидант, выделяемый некоторыми растениями в качестве защитной реакции. Действие антиоксидантов на мембраны объясняется системой регуляции пероксидного окисления липидов, где одну из важных ролей играет микровязкость мембран. Поэтому в данной работе было изучено влияние ресвератрола на микровязкость мембран митохондрий гороха в различных концентрациях $5*10^{-6}$, $5*10^{-8}$, $5*10^{-10}$М, а такжезависимость микровязкости от температуры в пределах от 12 до 32 °С. Микровязкость измеряли методом ЭПР спиновых зондов. Для контрольной группы наблюдался термоиндуцированный структурный переход в обеих областях мембран (липидных и прибелковых) при температурах от 18 до 20°С. Введение антиоксиданта в концентрации $5*10^{-6}$ М приводило к исчезновению структурных перестроек в мембранах. Было также показано, что данный антиоксидант при 18°С в концентрациях $5*10^{-6}$, $5*10^{-8}$ М приводит к увеличению микровязкости липидных областей мембраны ~в 2 раза по отношению к контролю. Микровязкость прибелковых областей увеличивалась незначительно (на 10%). Микровязкость обеих областей мембран при введении ресвератрола в дозе $5*10^{-10}$М оставалась на уровне нормы.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

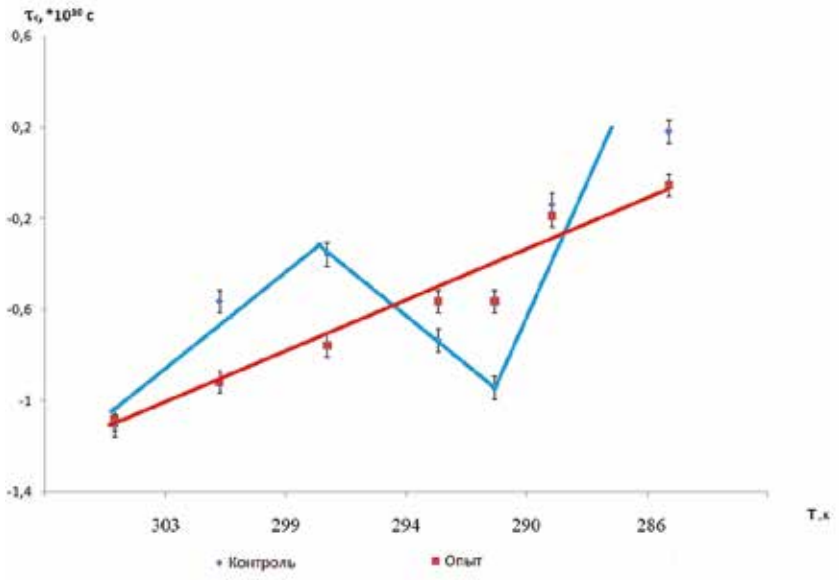
Н.Ю. Герасимов et al. Действие NT-1505 на структуру мембран эндоплазматического ретикулума in vivo // Биофизика (2015) 60(5): 931-935.

Н.Ю. Герасимов et al. Влияние димебона на микровязкость мембран эндоплазматического ретикулума клеток мозга мышей in vivo // Биофизика (2016) 61(3): 478-482.

Возьмите на заметку:

Ресвератрол в концентрации $5*10^{-6}$ М приводил к исчезновению структурных перестроек в мембранах.

Ресвератрол в концентрациях $5*10^{-6}$, $5*10^{-8}$ М увеличивает микровязкость мембран митохондрий.



Распределение сциадоновой и юниперoновой жирных кислот по классам липидов в побегах хвоща *Equisetum arvense* в течение вегетационного периода

Некрасов Э.В.[1], Светашев В.И.[2]

[1]Амурский филиал Ботанического сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук, Благовещенск, Россия,
[2]Национальный научный центр морской биологии Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-307
E-mail: ed_nekrasov@mail.ru

Хвощи содержат ненасыщенные жирные кислоты с полиметилен-разделенными двойными связями: сциадоновую (5,11,14-20:3, СЦК) и юниперoновую (5,11,14,17-20:4, ЮПК). Цель работы: определение содержания СЦК и ЮПК в побегах хвоща в течение вегетационного периода и их распределение по классам липидов. Побеги *Equisetum arvense* L. собирали в мае, июле, августе и сентябре 2017 г. в г. Благовещенске Амурской области. Липиды экстрагировали методом Bligh и Dyer, фракционировали на силикагеле. Жирные кислоты анализировали методом ГЖХ.

СЦК и ЮПК оставались минорными компонентами в течение вегетационного периода: 0,8–1,3% и 2,6–3,5% от суммы жирных кислот, соответственно. Они обнаружены во фракциях неполярных липидов (элюирование хлороформом), гликолипидов (элюирование смесью ацетон – метанол, 95:5) и фосфолипидов (элюирование метанолом и смесью хлороформ – метанол – вода, 3:5:2). Их распределение зависело от сезона: в весенних и осенних побегах основная часть СЦК и ЮПК обнаружена во фракции фосфолипидов, а в побегах, собранных в июле, они преобладали во фракции неполярных липидов.

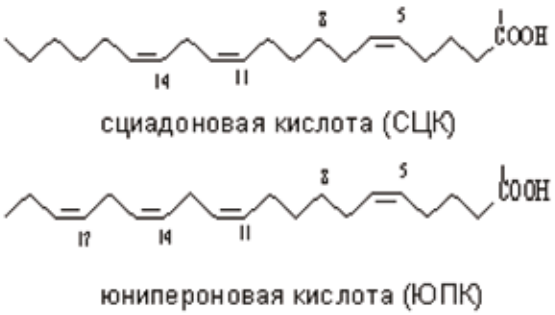
Работа выполнена при финансовой поддержке программы «Дальний Восток» 2018–2020 гг. (№18-3-019).

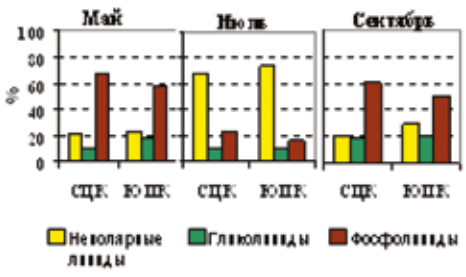
Возьмите на заметку:

Содержание сциадоновой (5,11,14-20:3) и юниперoновой (5,11,14,17-20:4) жирных кислот оставалось относительно постоянным в побегах хвоща в течение вегетационного периода.

Распределение этих жирных кислот по классам липидов зависело от сезона.

Equisetum arvense L.





Физиолого-биохимические критерии сопряженной устойчивости сортов винограда к стрессорам летнего периода

Ненько Н.И., Ильина И.А., Петров В.С., Сундырева М.А., Киселева Г.К., Схаляхо Т.В., Мишко А.Е.

Северо-Кавказский Федеральный научный центр садоводства виноградарства виноделия, Краснодар, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-308
E-mail: nenko.nataliya@yandex.ru

В условиях потепления климата актуально вовлечение в производство сортов винограда устойчивых к нестабильным условиям умеренно континентального климата юга России. В летний период 2017, 2018 гг. на водный режим технических сортов винограда ампелографической коллекции (г. Анапа) большее влияние оказывал температурный фактор. В 2018 г. в сравнении с 2017 г. содержание воды в листьях сортов винограда снижалось на 5,2-21,7 %. Меньшим изменением отношения содержания связанной и свободной воды характеризовались сорта Кристалл, Достойный, Восторг. Повышенная устойчивость к стрессорам лета у сортов Достойный, Восторг и Зариф связана с большим содержанием в листьях гормона стресса абсцизовой кислоты, сужающей устьичные щели и снижающей водопотери. Сорта Кристалл и Восторг отличались большей активностью пероксидазы, что повышает их устойчивость к окислительному стрессу. Сорта Кристалл и Восторг, Алиготе оказались более устойчивыми к высокотемпературному и водному стрессу, что обусловлено более высоким содержанием белков с молекулярной массой 80, 70 и 60 кДа с пероксидазной активностью. Таким образом, сорта винограда Кристалл Достойный и Алиготе устойчивы к стрессорам летнего периода.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Nenko N.I., Kiseleva G.K. Physiological and biochemical criteria of the apple-tree resistance to the summer period abiotic stresses / EurAsian journal of Biosciences (2018)12(1):56-61. https://elibrary.ru/item.asp?id=35759669

Nenko N.I., Ilina I.A.Low-temperature stress tolerance of grapevine varieties of different ecological and geographical origin // The Journal of Latvian Academy of sciences.Section B. Naturall, Exact and Applied Sciences (2018). Prolas-2018-1146: 2-11

Возьмите на заметку:

Изучена устойчивость технических сортов винограда к стрессорам летнего периода. Большее содержание связанной воды, АБК, белков с пероксидазной активностью обусловливают комплексную устойчивость сортов Кристалл, Достойный, Алиготе к жаре и засухе.

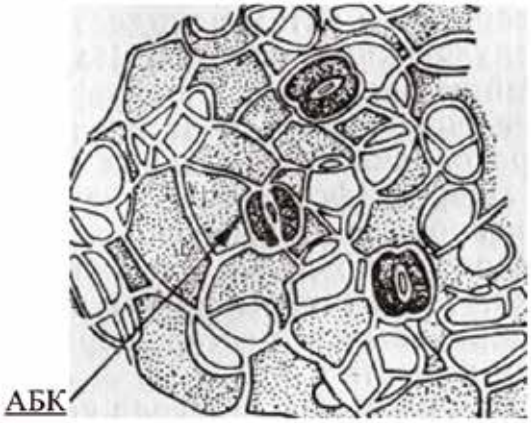


Рисунок – Влияние АБК на размер устьиц виноградного листа

Отношение моногалактозилдиацилглицерола к дигалактозилдиацилглицеролу (МГДГ/ДГДГ) как показатель клеточной солеустойчивости растений

Нестеров В.Н., Розенцвет О.А., Богданова Е.С.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-309

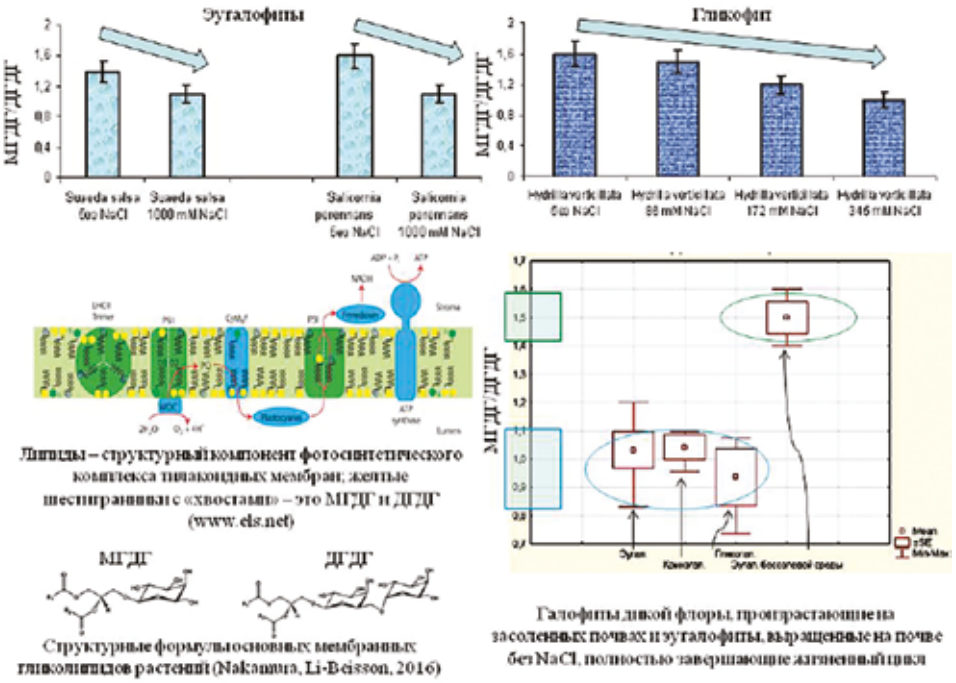
E-mail: nesvik1@mail.ru

Отношение липидов фотосинтетических органов растений моногалактозилдиацилглицерола к дигалактозилдиацилглицеролу (МГДГ/ДГДГ) возможно использовать для оценки клеточной устойчивости к действию солей, в частности, к NaCl. Роль тилакоидных липидов тесно связана с функционированием фотосинтетического аппарата - с поддержанием олигомерной структуры ФС и светособирающего комплекса. Считают, что данные липиды играют важную роль в стабилизации сильно искривленных участков мембран. Различие в строении МГДГ и ДГДГ определяет их способность к образованию ламеллярных и неламеллярных структур в мембранах хлоропластов. Молекулы ДГДГ способны формировать бислой, а МГДГ формируют монослой в мембране, поэтому изменение соотношения МГДГ/ДГДГ может повлиять на структуру и микровязкость мембран, а также на образование гран. В наших исследованиях установлено, что засоление среды сопровождается снижением значений отношения МГДГ/ДГДГ в мембранах фотосинтетических органов, как галофитов, так и гликофитов. Напротив, растения, выращенные без добавления в среду NaCl, имеют более высокие значения отношения МГДГ/ДГДГ: как правило, в 1,4–1,6 раз и более.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Rozentsvet O.A., Nesterov V.N., Bogdanova E.S. Membrane-forming lipids of wild halophytes growing under the conditions of Prieltonie of South Russia // Phytochemistry (2014) 105: 37–42. https://doi.org/10.101/j.phytochem.2014.05.007

Rozentsvet O.A. et al. Photosynthetic parameters and redox homeostasis of Artemisia santonica L. under conditions of Elton region // Plant Physiology Biochemistry (2017) 118: 385–393. doi: 10.1016/j.plaphy.2017.07.005



Липиды – структурный компонент фотосинтетического комплекса тилакоидных мембран; желтые шестиранники с «хвостами» – это МГДГ и ДГДГ (www.els.net)

МГДГ ДГДГ

Структурные формулы основных мембранных гликолипидов растений (Nakamura, Li-Beisson, 2016)

Галофиты дикой флоры, произрастающие на засоленных почвах и эугалофиты, выращенные на почве без NaCl, полностью завершающие жизненный цикл

Видовой состав бактерий галлов, образованных на ястребинке могучей *Hieracium robustum* Fr. s. L., 1848 орехотворкой *Aulacidea hieracii* Bouche, 1834

Никельшпарг М.И.[1], Глинская Е.В.[2], Аникин В.В.[2], Никельшпарг Э.И.[3]

[1]МАОУ "Гимназия №3", город Саратов, Саратов, Россия,
[2]ФГБО ВПО "Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского", Саратов, Россия,
[3]ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-310
E-mail: matveynikel@yandex.ru

Ястребинка могучая *Hieracium robustum* Fr. s. L., 1848 – сорное многолетнее травянистое растение. На ястребинке могучей орехотворка *Aulacidea hieracii Bouche,* 1834 (*Hymenoptera, Cynipidae*) может образовывать стеблевые галлы. В галлах возможно присутствие паразита орехотворки – *Eurytoma cynipsea Boheman*, 1836. В настоящее время исследования, посвященные изучению взаимодействия растений с другими организмами, образующими сложные экологические системы, являются крайне актуальными. Целью работы было определение видового состава бактерий в системе «Ястребинка – Орехотворка – Эвритома». В качестве объектов исследования использовали перезимовавшие галлы, формирующиеся галлы с яйцами орехотворок и молодыми личинками, сформировавшиеся галлы, а также личинки паразита орехотворки – *Eurytoma cynipsea* Boheman, 1836. Галлы были собраны на стеблях ястребинки могучей, произрастающей в поле поселка Юбилейный (Волжский район, г. Саратов). Из всех объектов изолированы бактерии *Pseudomonas rhizosphaerae,* количественные показатели варьировали от 10^2 до 10^4 КОЕ в пробе. Из галлов выделены также бактерии *Curtobacterium flaccumfaciens* численностью до 10^4 КОЕ в пробе.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Аникин В.В., Никельшпарг М.И. Эволюционные стратегии освоения насекомыми галлообразователями своих кормовых растений на территории Саратовской области // Научные труды Нац. парка «Хвалынский» Хвалынск, 2017

Никельшпарг М.И., Лаврентьев М.В. Эколого-биологическая характеристика насекомогогаллообразователя (Hymenoptera: Cynipidae), развивающегося на ястребинке могучей (H eracium robustum Fr. s. L.) // Исследования молодых ученых в биологии и экологии: сборник научных трудов Саратов, 2016

Возьмите на заметку:

Изучение процессов галлогенеза на растениях перспективно для борьбы с сорными растениями.

Биохимические закономерности аномального ксилогенеза карельской березы

Никерова К.М., Галибина Н.А., Мощенская Ю.Л., Новицкая Л.Л., Бородина М.Н., Софронова И.Н.

Институт леса - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-311

E-mail: knikerova@yandex.ru

Работа ферментов углеводного и фенольного метаболизма может быть биохимическим маркером ксилогенеза у древесных растений, как лабильного весьма процесса. Разные его сценарии могут реализоваться в пределах одного дерева, как результат, состав клеточных стенок отличается по соотношению целлюлозы/лигнина, что влияет на физические и механические свойства формирующейся древесины. На примере карельской березы (*Betula pendula Roth* var. *carelica* (Mercl.) Hämet-Ahti) выявлена взаимосвязь между каскадной работой ферментов АОС и степенью реализации альтернативного сценария ксилогенеза, сопровождающегося усилением процессов паренхиматизации и уменьшением содержания целлюлозы в формирующейся древесине. В ксилеме со степенью узорчатости древесины коррелируют СОД, КАТ, ПОД и ПФО, во флоэме – ПОД и ПФО. Пусковой механизм усиления роли ферментов АОС – инвертазный путь метаболизации сахарозы, увеличивающий содержание свободных гексоз и приводящий к синтезу АФК и фенолов, которые, так же являясь сигнальными молекулами, запускают цепь ферментов АОС – диагностических показателей узорчатости.

Финансовое обеспечение из средств на выполнение ГЗ ИЛ КарНЦ РАН и при поддержке РФФИ (проект № 19-04-00622_а).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

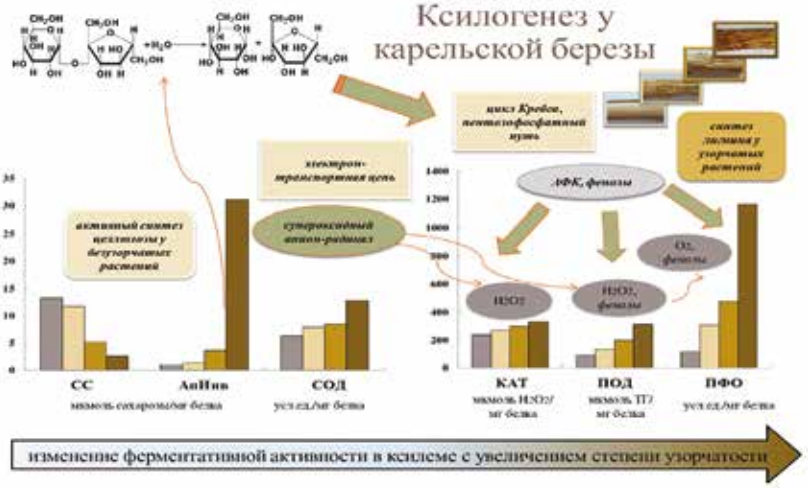
Никерова К.М. и др. Ферменты антиоксидантной системы – индикаторы разных сценариев ксилогенеза: в раннем онтогенезе и во взрослом состоянии (на примере Betula pendula Roth)//Труды КарНЦ РАН (2018) 6:68-80.doi:10.17076/eb787

Никерова К.М. и др. Участие каталазы и пероксидазы в процессах ксилогенеза у карельской березы//Лесоведение (2019) 2:115-127

Возьмите на заметку:

Работа ферментов углеводного и фенольного метаболизма - биохимический маркер альтернативного сценария ксилогенеза у карельской березы.

Инвертазный путь метаболизации сахарозы у узорчатых растений запускает работу каскада ферментов АОС.



Нитратный сигналинг ключевых ферментов диссимиляции сахарозы как новый механизм регуляции роста растений

Никитин А.В., Измайлов С.Ф.

ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-312

E-mail: tissla25@mail.ru

Нитрат в растениях выполняет важную сигнальную роль, регулируя активность различных ферментов азотного и углеродного метаболизма. Во вторые сутки от набухания семян в интервале концентраций 1-10 мМ нитрат вызывал более чем двухкратное увеличение активности ключевого фермента диссимиляции сахарозы -сахарозосинтазы (СС) в зародышевых осях и корнях с гипокотилями у гороха посевного *Pisum sativum* L. В случае вакуолярной инвертазы (ВИ) 0,5 мМ нитрат также повышал активность вдвое, а 10 мМ – в 1,5 раза. Добавление в среду ингибитора нитратредуктазы – 0,1 мМ вольфрамата усиливало позитивный эффект нитрата на ВИ, что свидетельствует о негативном действии на фермент downstream метаболитов, таких как аминокислоты и амиды. Активность СС не зависела от наличия вольфрамата. Поскольку нитрат, особенно в присутствии вольфрамата, стимулировал рост зародышевых осей, причем как в субстратной (10 мМ), так и сигнальной (1 мМ) концентрации, можно предположить, что субстратную основу такого эффекта обеспечивают нитратзависимые активности СС (наработка УДФ-глюкозы и далее полимеров апопласта) и ВИ (гидролиз сахарозы до гексоз).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Никитин А.В., Измайлов С.Ф. Ферменты диссимиляции сахарозы как мишени действия нитрата в раннем онтогенезе гороха посевного // Физиология растений (2016) 63: 159-164. doi: 10.7868/S0015330315060135

Измайлов С.Ф. с соавт. Нитратный сигналинг в растениях: введение в проблему // Физиология растений (2018) 65: 256-269. doi: 10.7868/S0015330318040024

Возьмите на заметку:

Нитрат увеличивал активность сахарозосинтазы и вакуолярной инвертазы в зародышевых осях гороха, создавая основу для стимуляции роста проростка, что связано с проявлением свойств данного иона как сигнального агента.

Деформации структурных элементов в аномальной ксилеме

Николаева Н.Н., Воробьев В.В.

Институт леса - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-313

E-mail: nnnikol@krc.karelia.ru

Изучение древесины аномального строения ограничивается, в основном, анализом срезов древесины поперечного, радиального и тангентального сечения. Данная работа является первой, где наряду с традиционным методом анализа срезов, рассмотрены характеристики структурных элементов ксилемы 30-летних растений карельской березы (*Betula pendula* var. *carelica*) из различных мест обитания, с точки зрения морфологии элементов мацерированной ткани из зон с нормальным и аномальным строением древесины. Для исследования были привлечены световая и электронная микроскопия. Показано, что реализация программы аномального ксилогенеза зависит, в том числе, и от метаболического статуса тканей конкретного участка растения. Нарушения в ориентации элементов ксилемы указывают на нарушения базипетального транспорта ауксина. Часть образцов древесины была размещена в Коллекции аномальной древесины ИЛ КарНЦ РАН.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tarelkina T.V., Novitskaya L.L., Nikolaeva N.N. Effect of sucrose exposure on the xylem anatomy of three temperate species // IAWA Journal (2018) 39(2):156-176. DOI: 10.1163/22941932-20170198

Novitskaya L.L., Nikolaeva N.N., Tarelkina T.V. Endogenous variability of the figured wood of Karelian birch as related to the level of sucrose in trunk tissues // Wulfenia (2016) 23: 175-188

Возьмите на заметку:

Впервые в ксилеме карельской березы описаны сосудистые трахеиды.

Дана терминология и сформулирована классификация деформаций волокон и члеников сосудов в аномальной древесине карельской березы.

Что можно узнать о растительно-микробном взаимодействии из анализа транскрипционных факторов бактериального патогена?

Николайчик Е.А.[1], Гоголева Н.Е.[2], Вычик П.В.[1], Крук А.Н.[1], Кравченко У.А.[1], Дюбо Ю.В.[1], Гоголев Ю.В.[2]

[1]Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
[2]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань,Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-314

E-mail: yevgenynikolaichik@gmail.com

Оптимальное для патогена взаимодействие с растением возможно только в случае корректной перенастройки транскрипции ключевых генов на разных стадиях патогенеза. Транскриптомные эксперименты показывают, что до половины генов транскрипционных факторов патогена значительно меняют уровень экспрессии в ходе колонизации организма хозяина. Однако, сегодня только для небольшого числа транскрипционных факторов фитопатогенов известны контролируемые ими гены.

Наш новый метод позволяет идентифицировать в бактериальных геномах операторные участки (а значит, и регулируемые гены) для большинства транскрипционных факторов на основе данных о 3D-структурах комплексов транскрипционных факторов с операторными последовательностями. Это позволяет получить информацию о регуляторных сетях и выявить неожиданные аспекты метаболической регуляции. В докладе будут представлен анализ (*in silico* с привлечением данных RNA-seq и выборочной экспериментальной верификации) регулонов *Pectobacterium* spp., контролируемых транскрипционными факторами, дифференциально экспрессируемыми при контакте с растением-хозяином, и обсуждены ключевые аспекты транскрипционной регуляции в процессе формирования патосистемы.

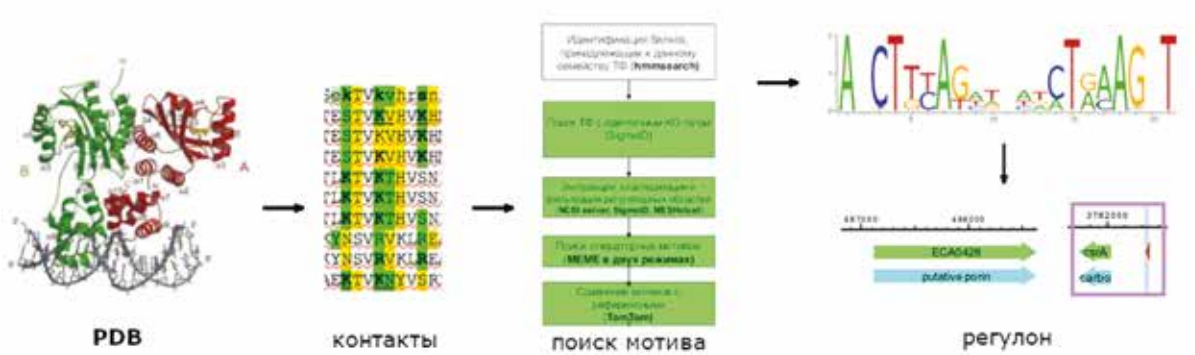
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Nikolaichik Y, Damienikan AU. SigmoID: a user-friendly tool for improving bacterial genome annotation through analysis of transcription control signals // PeerJ (2016) 4:e2056. doi:10.7717/peerj.2056.

Gorshkov, V. et al. Transcriptome profiling helps to identify potential and true molecular switches of stealth to brute force behavior in Pectobacterium atrosepticum during systemic colonization of tobacco plants // Eur J Plant Pathol (2018) 152(4):957-76 doi:10.1007/s10658-018-1496-6

Возьмите на заметку:

Для большинства транскрипционных факторов бактерий можно *in silico* определить последовательности операторов, реконструировать регуляторные сети и понять многие аспекты взаимодействия бактерии с окружением, в том числе с растением.



Активизация окислительных процессов в изолированных пластидах, митохондриях и вакуолях при действии гербицидов

Нимаева О.Д., Прадедова Е.В., Саляев Р.К.

ФГБУН СИФИБР СО РАН, Иркутск
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-315
E-mail: sandra_ok@mail.ru

В организме растений некоторые гербициды окисляются или восстанавливаются до радикальных форм фенолоксидазами, пероксидазами, дегидрогеназами и др. Продукты химического преобразования гербицидов способствуют генерации АФК. Активация окислительных процессов и развитие окислительного стресса рассматриваются как важные механизмы губительного действия таких гербицидов. Несмотря на то, что физико-химические свойства гербицидов разных классов активно исследуются, такие аспекты их токсического действия, как АФК-генерация в различных клеточных структурах, остаются малоизученными. Мы исследовали способность глифосата, клопиралида, диурона, фтородифена и 2,4Д вызывать образование АФК (H_2O_2 и $O_2^{\cdot-}$) и повышать окислительные процессы в изолированных пластидах, митохондриях и вакуолях клеток корнеплодов столовой свеклы (*Beta vulgaris*). Образованию АФК в вакуолях способствовали 2,4Д и диурон. В то же время, инкубация изолированных митохондрий и пластид с глифосатом, клопиралидом, фтородифеном и диуроном приводила к активации окислительных процессов. Эффект гербицидов зависел от продолжительности инкубации. Как правило, он был более выраженным в первые минуты воздействия (1-5 мин).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Нимаева О.Д., Прадедова Е.В. и др. Образование супероксидного анион-радикала и пероксида водорода в вакуолярном содержимом в присутствии гербицидов // Известия ИГУ. Серия «Биология. Экология». (2017) 22: 12-26. http://izvestia_bio.isu.ru/ru/index.html

Прадедова Е.В., Нимаева О.Д. и др. Влияние гербицидов на образование перекиси водорода в изолированных вакуолях клеток корнеплода столовой свеклы (Beta vulgaris L.) //Journal of Stress Physiology and Biochemistry (2015) 11: 100-112.

Возьмите на заметку:

В вакуолях, как и в других клеточных структурах, образуются АФК. В изолированных пластидах более выраженная генерация АФК наблюдалась при действии глифосата, по сравнению с паракватом и диуроном.

Редокс-регуляция пролиферации культивируемых клеток *Arabidopsis thaliana*

Новикова Г.В., Миронов К.С., Носов А.В., Зорина А.А., Фоменков А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-316

E-mail: gv.novikova@mail.ru

В культивируемых клетках *Arabidopsis* газообразный фитогормон этилен регулирует пролиферацию клеток. Если биосинтез этилена снижен (как у этилен-нечувствительных мутантов), в клетках накапливаются АФК/АФА, тогда как по числу клеток, находящихся в S-фазе, а также по скорости роста клетки мутантов неотличимы от клеток дикого типа. У эукариот пути передачи сигналов, интегрирующие ответ на гормоны и АФК/АФА с контролем деления клеток, не выявлены. Однако АФК/АФА способны активировать передачу пролиферативного сигнала посредством изменения редокс-статуса белков. На молекулярном уровне это осуществляется при помощи редокс-зависимых посттрансляционных модификаций, которые в отношении клеточного цикла растений не исследованы. В докладе будут представлены данные, позволяющие заключить, что в культивируемых клетках *Arabidopsis* передача пролиферативного сигнала не всегда зависит от функционирования определённого сигнального пути, инициированного специфическим распознаванием рецептором поступившего сигнала и обеспечиваемого каскадным фосфорилированием белков, а может зависеть от редокс-статуса белков, определяющих судьбу клеток: делиться, прекращать деление и/или переходить к дифференцировке.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Novikova G.V.et al. Nitric Oxide Has a Concentration-Dependent Effect on the Cell Cycle Acting via EIN2 in Arabidopsis thaliana cultured Cells // Frontiers in Physiology (2017) 8:142. doi: 10.3389/fphys.2017.00142

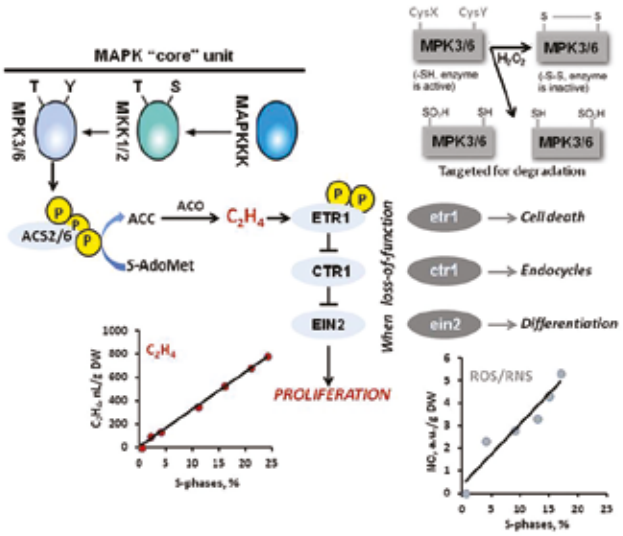
Мамаева А.С. и др. Регуляция оксидом азота фосфорилирования белков в культуре клеток Arabidopsis thaliana // Физиология растений (2017) 64: 346-354. doi: 10.7868/S001533031705074

Возьмите на заметку:

Этилен – пролиферативный сигнал в культурах клеток.

In vitro нечувствительность к этилену сопровождается накоплением АФК/АФА.

Независимо от статуса фосфорилирования МРК АФК/АФА активируют передачу сигнала этилена, окисляя а.о. цистеина в МРК.



Изменение программы дифференцировки производных камбия в градиенте сахарозы и ауксина

Новицкая Л.Л., Галибина Н.А., Мощенская Ю.Л., Тарелкина Т.В., Николаева Н.Н., Никерова К.М.

ФГБУН "Институт леса Карельского научного центра РАН", Петрозаводск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-317
E-mail: ludnovits@rambler.ru

В эксперименте с кольцеванием ствола *Betula pendula* исследованы особенности формирования ксилемы в градиенте фотоассимилятов (сахарозы) вдоль осиствола. Ближе к кольцу выявлена повышенная активность апопластной инвертазы (АпИнв) и сверхэкспрессия генов, кодирующих данный фермент (*CWIN*) и трансмембранные переносчики сахарозы (*SUC*) и гексоз (*HEX1, HEX2*). Это указывает на активной выход избыточной сахарозы в апопласт, ее расщепление АпИнв и транспорт гексоз обратно в клетки. Высокая экспрессия гена *UGT84B1*, кодирующего ИУК-глюкоза синтазу, свидетельствует об образовании коньюгата ауксина ИУК-глюкоза. Последнее коррелирует с уменьшением в ксилеме доли сосудов и увеличением доли паренхимы. Сверхэкспрессия *PIN1* и *PIN3*, связанных с белками, обеспечивающими выход ауксина из клетки, может быть причиной усиления латерального транспорта гормона, что согласуется с нарушением над кольцом упорядоченности ксилемных элементов. Результаты эксперимента соответствуют данным по изучению аномального ксилогенеза у карельской березы, который, по нашему мнению, также связан с избытком сахарозы. Финансовое обеспечение из средств на выполнение госзадания ИЛ КарНЦ РАН и гранта РФФИ № 19-04-00622_а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

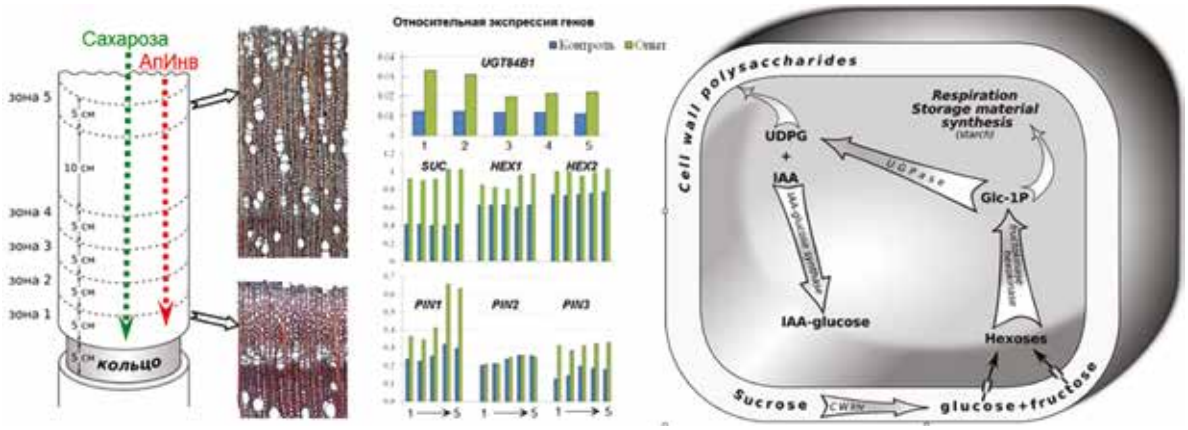
Novitskaya L.L. et al. Membrane Lipid Composition upon Normal and Patterned Wood Formation in Betula pendula Roth // Journal of Plant Growth Regulation (2018) 37(3):958-970. doi: 10.1007/s00344-018-9794-y

Novitskaya L.L. et al. The greatest density of parenchyma inclusions in Karelian birch wood occurs at confluences of phloem flows // Silva Fennica (2016) 50(3):1461-1478. doi: 10.14214/sf.1461

Возьмите на заметку:

1.Инактивация ауксина является важной составляющей механизма нарушения структуры древесины.

2. Повышенный уровень сахарозы через образование гексоз индуцирует образование коньюгата ауксина ИУК-глюкоза.



Физиолого-биохимические аспекты липидной адаптации растений к холоду в условиях Якутии

Нохсоров В.В.[1], Дударева Л.В.[2], Петров К.А.[3]

[1]ФГАОУ ВО Северо-Восточный федеральный университет, Якутск, Россия,
[2]ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН", Иркутск, Россия,
[3]ФГБУН "Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН", Якутск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-318
E-mail: vv.nokhsorov@s-vfu.ru

На территории Якутии, которая является общепризнанным Полюсом холода северного полушария, в условиях многолетней мерзлоты (криолитозоны) произрастают около 2000 видов растений, что само по себе является уникальным феноменом. Особенностями климата Якутии являются сравнительно короткий вегетационный период, экстремально низкие зимние и высокие летние температуры воздуха, наличие многолетней мерзлоты и дефицит влаги, представляющие собой нерегулируемый абиотический сезонный стрессор. В метаболизме растительных клеток ведущая роль, наравне с белками и нуклеиновыми кислотами, принадлежит липидам. Однако вопросы липидной адаптации растений к естественным условиям произрастания остаются пока недостаточно изученными. Методом ТСХ и ГЖХ МС комплексно изучены состав и особенности изменения содержания липидов и жирных кислот (ЖК) в тканях травянистых и древесно-кустарниковых растений, произрастающих в условиях криолитозоны. Показано, что при формировании устойчивости изученных видов растений к экстремальным условиям в их тканях накапливаются значительные количества суммарных и полярных липидов, полиненасыщенных жирных кислот, в том числе необычных метилен-прерванных кислот Δ-5 серии.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Dudareva, L.V. et al. Fatty-Acid Profiles of Aerial Parts of Three Horsetail Species Growing in Central and Northern Yakutia // Chem. Nat. Compd. (2015) 51: 220. doi.org/10.1007/s10600-015-1247-2

Petrov K.A. et al. The Role of Plant Fatty Acids in Regulation of the Adaptation of Organisms to the Cold Climate in Cryolithic Zone of Yakutia // Journal of Life Science (Korea). 2016. Vol. 26. № 5. P. 519-530. dx.doi.org/10.5352/JLS.2016.26.5.519

Возьмите на заметку:

Впервые проведен подробный сравнительный анализ особенностей липидного обмена травянистых и древесно-кустарниковых растений в экстремальных условиях криолитозоны. В тканях хвощей впервые идентифицирована тетраеновая кислота Δ-5 ряда (юнипероновая)

Получение и свойства водорастворимых хлорофилл-связывающих белков (WSCP) из *Brassica oleracea* и *Lepidium virginicum*

Обухов Ю.Н.[1], Неверов К.В.[1], Малеева Ю.В.[2], Крицкий М.С.[1]

[1]Федеральный исследовательский центр "Фундаментальные основы биотехнологии" РАН, Москва, Россия,
[2]Биологический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-319

E-mail: y.u.r.a-0@mail.ru

Водорастворимые хлорофилл-связывающие белки WSCP растений представляют собой гомотетрамеры, формируемые мономерами с массой около 20 кДа при связывании хлорофилла (Хл) а и б. В растениях белки WSCP являются стресс-индуцируемыми и не участвуют в фотосинтезе. Относительная простота структуры белков в сочетании с димерной организацией Хл, аналогичной таковой в реакционных центрах фотосинтеза, делают белки WSCP перспективным объектом для конструирования моделей, в том числе, в контексте изучения ранних процессов эволюции фотосинтеза.

Нами получены штаммы-продуценты E. coli BL21(DE3), экспрессирующие апобелки классов IIa и IIb: BoWSCP и LvWSCP, соответственно, и из них получены тетрамеры WSCP *in vitro*, нативность которых показана методами абсорбционной и флуоресцентной спектроскопии, а также спектроскопии кругового дихроизма. Продемонстрирована возможность функционирования тетрамеров BoWSCP и LvWSCP в качестве сенсибилизаторов фотохимических реакций. При этом установлено, что димер Хл в составе WSCP способен вступать как в прямое взаимодействие с донорами электрона, так и участвовать в процессах, опосредованных активными формами кислорода, генерируемыми Хл в составе белка.

Экспрессия сплайсированных вариантов мРНК генов кальций-зависимых протеинкиназ *CPK21* и *CPK26* в винограде амурском *Vitis amurensis* Rupr. под воздействием абиотических стрессов

Огнева З.В.[1], Алейнова О.А.[1], Супрун А.Р.[2], Ананьев А.А.[2], Дубровина А.С.[1], Киселев К. В.[1]

[1]Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток, Россия,
[2]ФГАОУ ВПО "Дальневосточный федеральный университет" МОН РФ, Школа естественных наук, Владивосток, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-320
E-mail: zlata.v.ogneva@gmail.com

Кальций-зависимые протеинкиназы (CDPK) – это Ca^2+-регулируемые серин/треонин-специфичные протеинкиназы. Известно, что CDPK выполняют важные функции в развитии устойчивости к стрессам и в регуляции вторичного метаболизма. В настоящее время недостаточно информации о биологическом значении альтернативного сплайсинга протеинкиназ растений.

Нами был проведен поиск генов *CDPK* винограда *Vitis amurensis*, подвергающихся альтернативному сплайсингу при воздействии абиотических стрессов, используя метод ОТ ПЦР, клонирования и секвенирования полученных клонов, в стандартных условиях и при воздействии абиотических стрессов на *V. amurensis*. Для анализа воздействия абиотических стрессов использовали лианы дикорастущего *V. amurensis* одного возраста длиной 7-8 см с одним листом для изучения влияния солевого, маннитол-индуцированного осмотического, холодового и теплового стресса, а так же водного дефицита.

Установлено, что гены *CPK21* и *CPK26 V. amurensis* подвергаются альтернативному сплайсингу при воздействии теплового *(CPK21)* и холодового стресса *(CPK26)*. Проведено клонирование и секвенирование последовательностей полученных сплайсированных транскриптов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Dubrovina AS, Kiselev KV, Khristenko VS, Aleynova OA (2017) The calcium-dependent protein kinase gene VaCPK29 is involved in grapevine responses to heat and osmotic stresses//Plant Growth Regul 82:79-89

Dubrovina AS, Aleynova OA, Kiselev KV (2016) Influence of overexpression of the true and false alternative transcripts of calcium-dependent protein kinase CPK9 and CPK3a genes on the growth, stress tolerance, and resveratrol content in Vitis amurensis cell cultures//Acta Physiol Plant 38:78

Новое направление алленоксидсинтазного пути и оксилипины в корнях злаков

Огородникова А.В., Мухитова Ф.К., Ильина Т.М., Гречкин А.Н.

Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-321
E-mail: anyuta_ogorodnik@mail.ru

Липоксигеназный каскад растений является источником разнообразных биорегуляторов – оксилипинов. Алленоксидсинтазный путь - одно из наиболее распространённых направлений липоксигеназного каскада. Алленоксидсинтазы, неклассические Р450 семейства CYP74, катализируют дегидратацию гидроперекисей жирных кислот с образованием короткоживущих окисей аллена. Вторичные превращения окисей аллена (ферментативные или спонтанные) зависят от экспрессии генов таких ферментов, как алленоксидциклаза и других.

Изучены превращения линолевой и α-линоленовой кислот ферментными препаратами из корней злаков. Помимо продуктов Фаворского (жирных кислот с карбоксильной группой в боковой цепи), обнаружен редкий циклопентенон 10-оксо-11,15-фитодиеновая кислота. Образование этого продукта, вероятно, происходит в результате термодинамически контролируемого расширения кольца циклопропанона. Ещё один необычный идентифицированный продукт - изомерный α-кетол, 10-оксо-11-гидрокси-12-октадеценовой кислоты, образующийся в результате гидролиза циклопропанона с нуклеофильным замещением по С11. Таким образом, все наблюдаемые продукты образуются через циклопропаноновый интермедиат.

Работа поддержана РФФИ № 18-04-00508А.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Grechkin A.N., Ogorodnikova A.V., Egorova A.M., Mukhitova F.K., Ilyina T.M., Khairutdinov B.I. Allene oxide synthase pathway in cereal roots: detection of novel oxylipin graminoxins // ChemistryOpen (2018) 7(5): 336-343. doi: 10.1002/open.201800045.

Возьмите на заметку:

Помимо продуктов Фаворского, обнаружены редкий циклопентенон, 10-оксо-11,15-фитодиеновая кислота, и изомерный α-кетол, 10-оксо-11-гидрокси-12-октадеценовой кислоты. Все наблюдаемые продукты образуются через циклопропаноновый интермедиат.

Физиолого-биохимические особенности действия стевиозида на растения пшеницы в условиях низкотемпературного стресса

Огороднова У.А., Ахметова А.М., Тимофеева О.А.

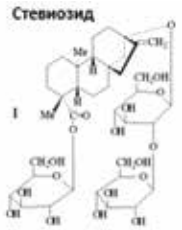
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-322
E-mail: uliana_ogo@mail.ru

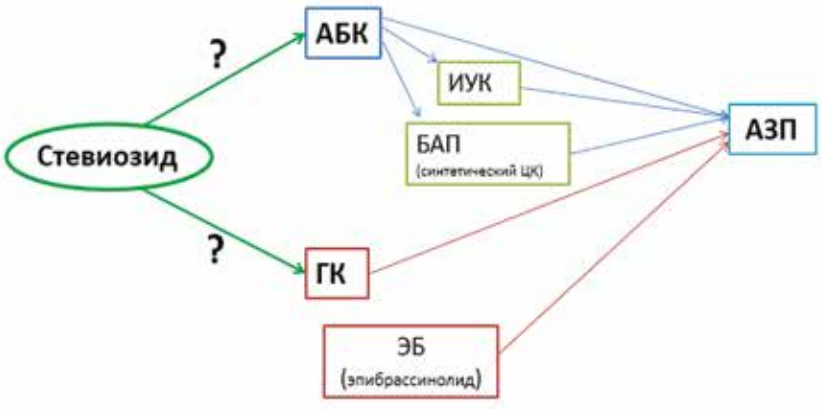
Поиск природных веществ, способных регулировать рост и развитие растений, имеет большое значение для современного растениеводства. Стевиозид – гликозид *S. rebaudiana.* Агликононом служит стевиол, который по химической структуре схож с гиббереллинами.

Объект: проростки пшеницы сорта Казанская-560, предобработанные стевиозидом (10^{-8}М, 24ч). Стресс – 3ч, 4°С. Показано, что стевиозид повышал активность и содержание растворимых лектинов, а стресс приводил к еще большему их увеличению. Однако только совместное действие стевиозида и стресса вызывали 2-кратное увеличение относительного уровня экспрессии гена АЗП. Стевиозид увеличивал содержание ИУК и ЦК. На фоне стресса, не смотря на общую тенденцию к снижению, гликозид помогал поддерживать данный показатель на уровне контроля. Содержание АБК при действии стевиозида в контроле практически не изменялось, а на фоне стресса значительно повышалось. При совместном действии флуридона, ингибитора синтеза АБК, и стевиозида активность, содержание и экспрессия гена лектина в условиях стресса снижались. Вероятно, что, несмотря на структурное сходство с гиббереллином, стевиозид вызывает увеличение экспрессии и содержания АЗП АБК-опосредованным путем.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ogorodnova U.A. et al. The chemical structure of steviol-glycosides as base of biological activity // International Journal of Pharmacy & Technology (2016) 8(3).





Ускоренная оценка устойчивости сортов земляники садовой к весенним заморозкам

Ожерельева З.Е.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательской институт селекции плодовых культур, Орел, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-323
E-mail: ozherelieva@vniispk.ru

Снижение температуры до -2,5°С привело к различной степени повреждения генеративных органов. У сортов Кокинская ранняя, Росинка, Царица, Урожайная ЦГЛ, K rona цветки и бутоны выдерживали промораживание при температурном режиме -2,5°С без повреждений. Отмечены сорта – Соловушка, Marmolada, Sara, Sonata с повреждением не более 50,0%. При температурном режиме -2,5°С выявили сорт Alba со значительными повреждениями генеративных органов. Цветки и бутоны при -3,0°С у Кокинской ранней и Царицы не повредились. У сорта Росинка цветки повредились не более 10,0% и бутоны не более 3,0%. Сильно повредились цветки от 57,8 до 70,0% у Урожайной ЦГЛ, Korona. У Korona и Marmolada поврежденных бутонов при температуре -3,0°С было не более 25,0%. Очень сильное повреждение цветков более 75,0%выявили у сортов Соловушка, Alba, Sara. У Соловушки, Sara, Урожайной ЦГЛ бутоны повредились от 34,1 до 37,8%. Наибольший процент поврежденных генеративных органов после воздействия температуры -3,0°С отметили у сорта Sonata: цветков – 100,0% и бутонов – 90,1%. Таким образом, методом искусственного промораживания установили высокую устойчивость к весенним заморозкам у сортов – Кокинская ранняя, Росинка, Царица.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ожерельева З.Е., Зубкова М.И., Кривушина Д.А. Ускоренная оценка устойчивости к весенним заморозкам сортов земляники садовой // Плодоводство и ягодоводство России (2018). 54: 123-126.

Возьмите на заметку:

В результате проведенных исследований рекомендуем два температурных режима. Первый (-2,5°С) позволит провести массовую отбраковку неустойчивых форм. Второй (-3,0°С) даст возможность выделить источники высокой устойчивости к весенним заморозкам.

Соловушка Korona

Сорта земляники садовой после весеннего заморозка -2,5°С

Влияние разных видов абиотического стресса на динамику содержания общих стеринов тонопласта столовой свёклы (*Beta vulgaris* L.)

Озолина Н.В., Гурина В.В., Нестёркина И.С.

ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-324
E-mail: ozol@sifibr.irk.ru

Изучали динамику содержания общих стеринов тонопласта столовой свёклы (*Beta vulgaris* L.) при гиперосмотическом, гипоосмотическом и окислительном стрессах. Из вакуолярных мембран стрессированных и контрольных корнеплодов столовой свёклы экстрагировали липиды, и определяли содержание общих стеринов методом ГХ-МС. Результаты проведённых экспериментов показали, что при окислительном стрессе содержание стеринов в тонопласте увеличивалось в 2 раза (195% от контроля), при гиперосмотическом стрессе на 116% от контроля, а при гипоосмотическом стрессе снижалось, и составляло 80% от контроля. Снижением общих стеринов было связано с уменьшением количества β-ситостерина, тогда как содержание кампастерина и стигмастерина увеличилось при всех изучаемых стрессах. Также во всех вариантах опыта увеличивалось соотношение стигмастерин/β-ситостерин. Таким образом, полученные данные показывают явную зависимость динамики содержания общих стеринов вакуолярной мембраны корнеплодов столовой свёклы от стресса, и позволяют предположить, что тонопласт играет важную роль в адаптационных механизмах растительной клетки.
Работа выполнена с частичным использованием средств гранта РФФИ № 19-04-00013.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Озолина Н. В., Гурина В.В. Динамика содержания фосфолипидов вакуолярной мембраны корнеплодов столовой свеклы при абиотических стрессах // Физиология растений (2018) 65: 358–365. doi: 10.1134/S0015330318050238

Гурина В.В., Озолина Н.В. Влияние абиотических стрессов на содержание гликоглицеролипидов в вакуолярной мембране корнеплодов столовой свеклы // Биологические мембраны (2018) 35: 479-482.doi: 10.1134/S0233475518050067

Возьмите на заметку:

Тонопласт играет важную роль в адаптационных механизмах растительной клетки.

Биохимические и молекулярные характеристики аскорбатпероксидазы мха *Dicranum scoparium*

Onele A., Часов А., Минибаева Ф.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,
Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ Каз РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-325
E-mail: donjay.ao@gmail.com

Мхи – древнейшие организмы, представители гаметофитной линии эволюции наземных растений, характеризующиеся высокой стрессовой устойчивостью. Аскорбатпероксидаза (АП) - один из основных антиоксидантных ферментов растений. В отличие от сосудистых растений, АП мхов недостаточно изучена. Нами обнаружено увеличение активности АП *Dicranum scoparium* ко 2 суткам воздействия при быстром (силикагель) и медленном (пары $CaCl_2$) обезвоживании побегов мха. Выявлено, что активность АП в целом снижалась при воздействии неблагоприятных температур (-20°, +30°, +50°). Обнаружено несколько изоформ АП. Нами впервые клонирован и секвенирован ген АП D. *scoparium*. Показана его высокая гомологичность с генами АП мхов *Grimmia pilifera* и *Physcomitrella patens.* Идентичность гена АП дикранума с генами АП других растений составляет 64-80%. Выявлено наличие 9 консервативных экзонов, а также замена отдельных нуклеотидов, приводящая к замене аминокислот в структуре белка. Таким образом, АП – эволюционно-консервативный фермент, играющий важную роль в антиоксидантной защите при абиотическом стрессе у высших сосудистых и несосудистых растений.

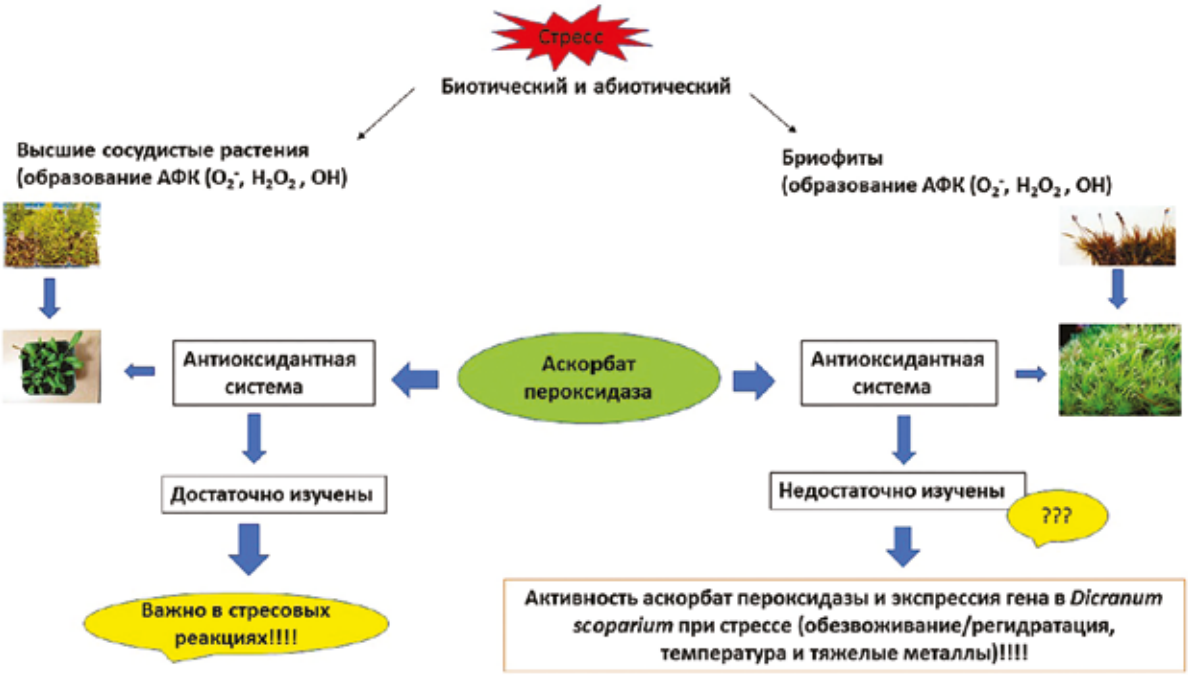
Работа выполнена при поддержке РФФИ и Правительства РТ (№ 18-44-160031)

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Onele et al. Biochemical characterization of peroxidases from moss Dicranum scoparium // South African Journal of Botany (2018) 119:132-141. doi 10.1016/j.sajb.2018.08.014

Возьмите на заметку:

Впервые клонирован и секвенирован ген аскорбатпероксидазы *D. scoparium.*



Клональное микроразмножение дальневосточных древесных пород, перспективных для плантационного выращивания

Орехова Т.П.

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-326
E-mail: tp.orekhova@mail.ru

При введении в культуру *in vitro* древесных пород выявлена высокая (до 95%) инфицированность не только у взрослых, но и у ювенильных растений. Разработана многоступенчатая методика стерилизации растительных эксплантов с использованием дезинфицирующих веществ и антибиотика, позволяющая сохранить до 92% живых эксплантов. Добавление в среды для культивирования от 400 до 800 до мг/ л цефотаксима подавляло развитие внутренней бактериальной инфекции. При размножении тополя корейского, вида перспективного для плантационного выращивания, применяли среды: MS, ½ MS, WPM, ½ WPM. Для активации пазушных меристем, побегообразования, роста побегов и ризогенеза использовали разные концентрации гормонов: TDZ, BA, IBA, NAA, кинетина. Разработан способ микроразмножения тополя корейского, позволяющий за счет сомаклональной изменчивости получать регенеранты тополя (от 1 экспланта от 60 до 267 растений), различающиеся по скорости роста, при этом морфологических изменений у растений не выявлено. Полученные результаты позволяют проводить селекционный отбор тополя по показателю скорости роста.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Orekhova T.P., Barkalova O.K. 2018. Results of experiments on microclonal propagation the far eastern species of poplars // Abstract Book of the 1-st International Conference "North-East Asia Biodiversity" (Vladivostok, Russia; September 17–21, 2018). Владивосток. P. 120.

Баркалова О.К., Бисикалова Е.А., Орехова Т.П. Результаты экспериментов по микроклональному размножению дуба монгольского (Quercus mongolica Fich.ex Ledeb.) // Аграрный вестник Приморья. 2016.- Т. 4. №. 4. С. 41-44.

Возьмите на заметку:

Разработана методика получения регенерантов тополя корейского, различающихся по скорости роста растений. Методика может использоваться при селекционном отборе быстрорастущих деревьев. Оформляется патентная заявка на данный метод.

Роль биогенных элементов селена и кремния в реализации адаптивного потенциала яровых ячменя и пшеницы при действии абиотических стрессов

Осипова Л.В.[1], Верниченко И.В.[2], Курносова Т.Л.[1], Быковская И.А.[1], Носиков В.В.[1], Литвинский В.А.[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишнико-ва», Москва, Россия,
[2]Российский государственный аграрный университет - ТСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-327
E-mail: legos4@yandex.ru

Установлено, что устойчивость к засухе, тяжелому металлу и гербициду поддерживается и реализуется одними и теми же механизмами, ответ растений, испытывающих разные виды стрессовой нагрузки, имеет одинаковые составляющие, только выраженные в разной степени. Все изученные абиотические стрессы повышали уровень свободнорадикального окисления из-за избытка образования свободных радикалов, снижали поглотительную функцию корневой системы и поступление ^{15}N. Изменение физиолого-биохимического состояния растений в период закладки генеративных органов нарушало репродуктивный процесс, что вызывало редукцию цветков и депрессию продуктивности.

Использование экологически безопасного приема – предобработки семян биогенными элементами селеном и кремнием повышало устойчивость зерновых культур к различным стрессам, изменяя уровень свободно-радикальных процессов, способствуя компенсаторным перестройкам пигментного аппарата, стимулируя поглощение меченого азота, поступление его в белки надземной массы и активизируя механизмы реутилизации пластических веществ, что снижало депрессию продуктивности при всех изученных стрессорах.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Осипова Л.В., Курносова Т.Л., Быковская И.А. Повышение адаптивного потенциала ячменя ярового (Hordeum vulgare L.) при действии абиотического стресса //Проблемы агрохимии и экологии. 2016. №3. С. 48-51.

Осипова Л.В., Курносова Т.Л., Быковская И.А. Повышение неспецифической адаптации ярового ячменя путем предпосевной обработки семян селеном и кремнием //Проблемы агрохимии и экологии. 2018. №4. С. 3-8.

Содержание МДА в корнях ячменя

Поглощение ^{15}N растениями ячменя (период репарации)

Метаболический отклик растений на действие абиотического стресса и преждевременное старение листа

Осмоловская Н.Г., Билова Т.Е, Ву В.З., Кучаева Л.Н., Фролов А.А.

ФГБО ВО "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-328
E-mail: natalia_osm@mail.ru

Абиотический стресс, провоцируемый действием тяжелых металлов (ТМ), вызывает в растениях широкий спектр ответных реакций. Особенно информативным является подход, основанный на анализе метаболитного отклика в органах растений, позволяющий охарактеризовать как изменения в содержании индивидуальных, функционально значимых метаболитов, так и общие тенденции биохимических перестроек, индуцируемых стрессом. Нами исследованы метаболитные отклики на действие сублетальных концентраций Cd и Zn в листьях двух видов амаранта (*Amaranthus caudatus* L. и *Amaranthus cruentus* L.). Установлено, что в ювенильном листе ключевыми соединениями, содержание которых возрастало при ТМ стрессе, явились аминокислоты и сахара, тогда как в метаболическом отклике зрелых листьях наблюдался значительный прирост содержания органических кислот, прежде всего, малата и оксалата. В целом полученные результаты позволяют заключить, что различия в характере метаболических перестроек, выявленные при действии ТМ стресса в листьях амаранта на разных этапах их онтогенеза, указывают на ускорение перехода ювенильных листьев к стадии зрелости и индуцирование преждевременного старения зрелых листьев.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Osmolovskaya N. et al. The role of organic acids in heavy metal tolerance in plants // Bio. Com. (2018) 63 (1): 9-16. https://doi.org/10.21638/spbu03.2018.103.

Осмоловская Н. и др. Влияние Cd на распределение K, Ca, Mg и аккумуляцию оксалата в растениях A. cruentus // Физ. Раст. (2018) 65: 301–309. DOI: 10.7868/S0015330318040061

Osmolovskaya N. et al. Methodology of drought stress research: experimental setup and physiological characterization // IJMS (2018)19,4089. doi: 10.3390/ijms19124089

Возьмите на заметку:

Характер метаболических перестроек, выявленных при ТМ стрессе в листьях амаранта на разных этапах онтогенеза, указывает на ускорение перехода ювенильных листьев к стадии зрелости и индуцирование преждевременного старения зрелых листьев.

Оценка определенных групп биологически активных веществ в фитомассе представителей рода *Artemisia* L., произрастающих в Якутии

Охлопкова Ж.М., Сивцева С.В., Иванова С.С., Кучарова Е.В., Алексеева С.И.

ФГАОУ ВО "Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова", Якутск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-329

E-mail: zhannaokh@yandex.ru

Представители рода *Artemisia* L. привлекают внимание исследователей ввиду содержания в составе фитомассы интересных и востребованных биологически активных соединений. Наша цель заключалась в первичном анализе и сравнении содержания флавоноидов и сесквитерпеновых лактонов в фитомассе *A. santolinifolia, A. kruhsiana, A. borealis* и *A. jacutica,* произрастающих на территории Центральной, Южной и Северо-Восточной Якутии. Разделение групп БАВ проводили с помощью доступного и репрезентативного метода ТСХ с детекцией специфичными реагентами (красителями). Установили содержание в рассмотренных видах полыней определенного количества флавоноидных соединений; наличие во всех образцах гликозидов и агликонов с высоким количеством гироксильных групп в молекуле и метилированием гидроксильных групп с проявлением стандартов как рутин (гликозид) и кверцетин (агликон); наличие 5-О-гликозида в образцах *A. santolinifolia*; наличие разных типов сесквитерпеновых лактонов в образцах *A. santolinifolia* (наибольшая концентрация), *A. kruhsiana* и *A. borealis*, и следовых количеств в образцах *A. jacutica.*

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Olennikov D.N., Chirikova N.K., Okhlopkova Zh.M., Zulfugarov I.S. Chemical composition and antioxidant activity of Tánara Ótó (Dracocephalum palmatum Stephan), a medicinal plant used by the North-Yakutian nomads //Molecules,2013,18,14105-14121; doi:10.3390/molecules181114105.

Охлопкова Ж.М. и др. Ресурсы и потенциал видов полыней Якутии // В кн: Экспериментальная биология растений: фундаментальные и прикладные аспекты. Научная конференция и школа мол. ученых. Отв.ред. В.В. Кузнецов.2017.С.259.

Возьмите на заметку:

Обнаружение в объектах исследования флавоноидов и сесквитерпеновых лактонов дает перспективу к идентификации соответствующих значимых, возможно новых соединений, к заложению экспериментов по внедрению в культуру.

Транскриптомный анализ ариллусов *Euonymus europaeus* на разных стадиях развития плода позволил выявить ключевые гены липидного метаболизма

Павленко О.С.[1], Евдокимов Д.А.[1], Садовская Н.С.[1], Мустафаев О.Н.[2], Сидоров Р.А.[1], Голденкова-Павлова И.В.[1]

[1]Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия,
[2]Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-330
E-mail: helliga.p@gmail.com

Растения рода бересклет способны накапливать в своих семенах и их сочных присемянниках (ариллусах) необычные формы триацилглицеринов (ТАГ) – sn-1,2-диацил-3-ацетилглицерины (*ац*ДАГ), за счёт которых масла бересклетов приобретают уникальные свойства. Синтез той или иной формы ТАГ определяется работой генов семейства *dgat*. Транскриптомный анализ дает возможность изолировать интересующие гены и осуществлять количественное определение их экспрессии. При изучении целых семейств генов это позволяет определить, какие именно из них играют наибольшую роль в изучаемом процессе. На основе биохимического анализа липидов *Euonymus europaeus* были выбраны стадии развития плода с максимальным и минимальным накоплением ацДАГ и стадия, на которой уровни *ац*ДАГ и ТАГ были равны. На этих стадиях был проведён транскриптомный анализ и определена вероятная функциональная принадлежность полученных транскриптов. Сравнительный анализ экспрессии трех образцов позволил выяснить, какие типы генов *dgat* являются ключевыми для синтеза *ац*ДАГ. Полученные данные также могут послужить основой для изучения других метаболических путей у растений бересклета.

Работа выполнена при поддержке Гранта РНФ 17-74-10127.

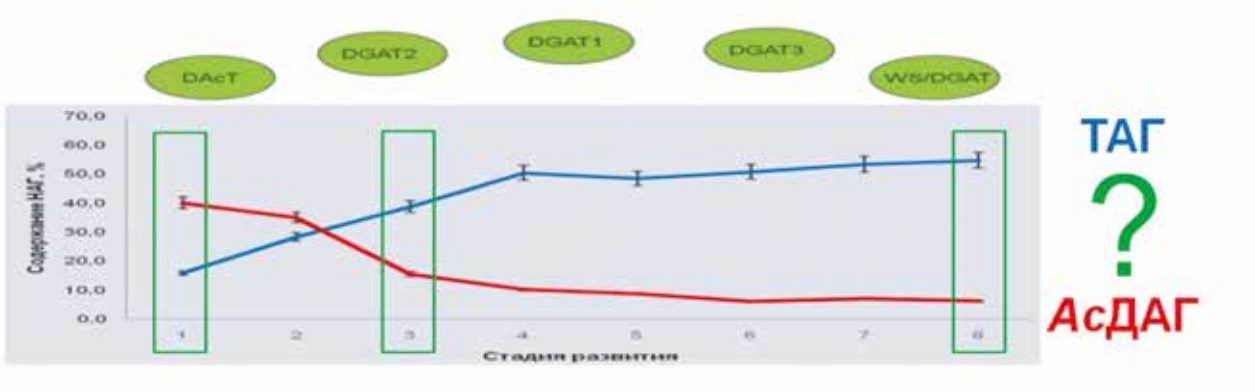
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Павленко О.С., Евдокимов Д.А., Сидоров Р.А. Разнообразие типов диацилглицерин ацилтрансфераз растений и особенности их функционирования, или сколько дагат нужно растениям // Биохимия (в печати)

Возьмите на заметку:

1.*Ац*ДАГ обладают пониженной на 30% вязкостью и почти в 2 раза меньшей каллорийностью по сравнению с обычными ТАГ

2.Транскриптомный анализ *Euonymus europaeus* позволил обнаружить 2 ранее не описанных для этого вида типа *dgat*.



Изменение характеристик фотосинтетической продуктивности и уровня МДА в *Nasturtium officinale* R. Br при различных концентрациях NaCl с использованием минерализованных органических отходов человека применительно к замкнутым экосистемам

Павлова А.М.[1], Гаевский Н.А.[1], Тихомирова Н.А.[2], Ушакова С.А.[2], Грибовская И.В.[2], Тихомиров А.А.[2]

[1]ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", Красноярск, Россия,
[2]ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр обособленное подразделение институт биофизики Сибирского отделения РАН", Красноярск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-331

E-mail: Okcy92@mail.ru

Растение *Nasturtium officinale* R. Br. (гликофит) представляет интерес для использования в фототрофном звене замкнутых экосистем, включающих человека, так как относится к овощным культурам и сочетает устойчивость к повышенным концентрациям NaCl с высокой продуктивностью и высоким содержанием витаминов А, В, С, О, Е, К, железа и гликозидов. Для оценки физиологических характеристик растения выращивали на питательной среде, имитирующей раствор после выращивания пшеницы на минерализованных экзометабоолитах в замкнутой экосистеме. Концентрация NaCl в опытах 0,7, 1,4 и 1,8 г/л, в контроле – без NaCl. Температура воздуха в камере - 24±1°С, концентрация CO_2 –атмосферная, облученность 690 мкмоль×м$^{-2}$×с$^{-1}$, фотопериод – 24 часа. Снижение сухой съедобной биомассы в опытных вариантах происходило, начиная с 14 суток. Уровень МДА в клетках на 7, 14 и 19 сутки увеличивался при всех уровнях засоления. Видимый CO_2-газообмен растений на 14 и 19 сутки в опыте был достоверно ниже, чем в контроле. Установлено, что *Nasturtium officinale* R. Br может быть использован в круговоротном процессе замкнутых экосистем для возврата NaCl человеку из минерализованных органических отходов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

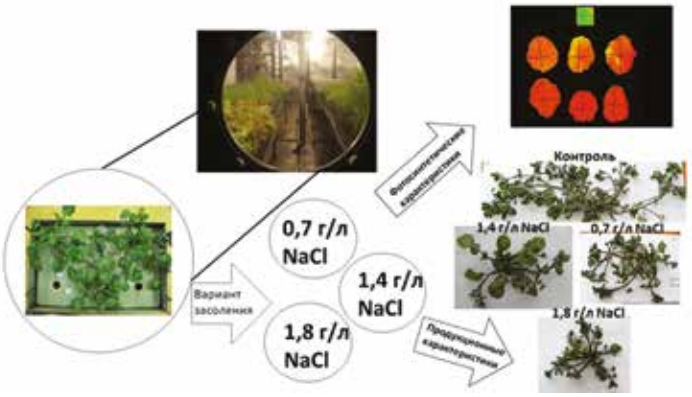
Павлова А.М., и др. Влияние концентраций NaCl на рост растений водяного кресс-салата (Nasturtium officinale R.Br.) применительно к биолого-технической системе жизнеобеспечения человека // Ветник Крас ГАУ (2018) 6: 294-298.

Павлова А.М., и др. Морфологические и продукционные характеристики растений Nasturtium officinale R. Br. при различных уровнях засоления применительно к условиям замкнутой экосистемы // Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (2018) Часть I: 595-598

Возьмите на заметку:

1. Растения-гликофиты водяного кресс-салата являются источником многих питательных веществ, полезных для человека.

2. Водяной кресс-салат является перспективной культурой для включения в круговортный процесс БТСЖО.



Накопление тяжелых металлов и свойства клеточной стенки листа и корня растений Белого моря

Павлова М.А., Теребова Е.Н., Марковская Е.Ф.

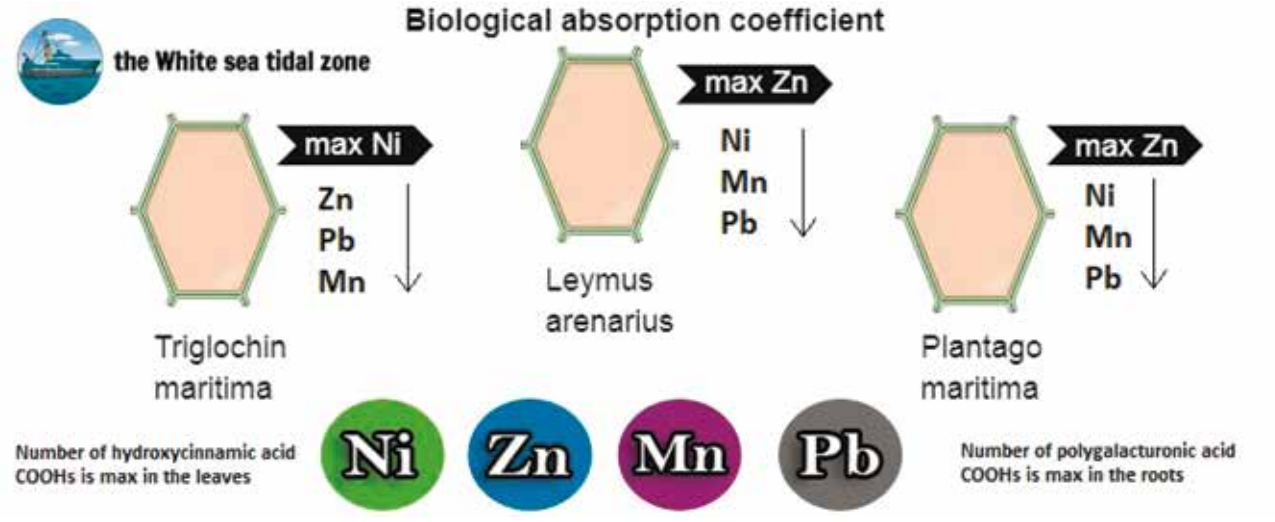
ФГБО ВО "Петрозаводский государственный университет", Петрозаводск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-332
E-mail: mariya-leta@yandex.ru

Исследовали накопление тяжелых металлов и свойства клеточной стенки листа и корня растений приливно-отливной зоны Белого моря по градиенту заливания (литораль, супралитораль) и загрязнения (Ni, Pb, Fe, Mn, NO_3^-). Объекты исследования: *Zostera marina, Plantago maritima, Triglochin maritimum; Leymus arenarius, Juncus gerardii, Ligusticum scoticum*. Накопление металлов, оцененное по КБП целым растением на всех пробных площадях у *L. arenarius*: Zn (2,72) > Ni (2,15) > Mn (0,81)>Pb (0,23), *P. maritima*: Zn (2,81) > Ni (0,92) > Mn (0,34) > Pb (0,27), и у *T. maritima*: Ni (1,53) > Zn (1,17) > Pb (0,58) > Mn (0,45). Для клеточной стенки корня высокие значения общего количества ионообменных групп (до 2770 мкМ/г) получены у *T. maritima*, обитающего на загрязненной литорали, и наибольший процент (~70%) приходится на карбоксильные группы полигалактуроновой кислоты. Для клеточной стенки листа высокие значения ионообменных групп (до 2500 мкМ/г) установлены у *Z. marina,* гигрофита, а низкие количества групп (1400 мкМ/г) - у *L. arenarius,* гликофита, растущего за пределами действия прилива. Наибольший процент (~60%) в клеточной стенке листа приходится на карбоксильные группы гидроксикоричных кислот.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сергиенко Л.А. и др. Биоморфология и структура популяций Plantago maritima L. по градиенту заливания на побережьях Голарктических морей // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2016. № 4 (157). С. 64-71.

Кособрюхов А.А., Марковская Е.Ф. Адаптация фотосинтетического аппарата триостренника морского на приливо-отливной зоне Белого моря // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 235-237.



Биологически активные вещества растений для сельского хозяйства. Сообщение первое

Павловская Н.Е., Солохина И.Ю.

ФГБОУ ВО "Орловский государственный аграрный университет им. Н.В.Парахина", Орел, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-333
E-mail: ninel.pavlovsckaya@yandex.ru

Растения содержат разнообразные биологически активные вещества, которые используются в медицине и сельском хозяйстве. К важнейшим из них относятся фитоантисипины, обладаюшие полифункциональным типом действия: антибиотическим, фунгицидным, иммуностимулирующим. Тритерпеновый гликозид овса посевного авенацин отличается широким спектром действия и низкой токсичностью, эффективен в борьбе против корневых гнилей пшеницы и ячменя. Целью работы являлось выделение авенацина из корней овса посевного и исследование его действия на возбудителя корневых гнилей гороха *Fusarium oxysporum*. Выделение авенацина осуществляли двуступенчатой экстракцией различными растворителями с последующей очисткой перекристаллизацией. Концентрация авенацина (10^{-6}М) угнетает рост корней гороха, а концентрации(10^{-10}М-10^{-12}М) оказывают стимулирующее действие на корнеобразование и обладают антимикробным действием в отношении условно-патогенных микроорганизмов: *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, E.coli* и фунгитоксическими свойствами в отношении *Fusarium oxysporum,* проявляя избирательность в отношении гриба. Авенацин может быть использован в качестве кормовой биологической добавки, поскольку нетоксичен.

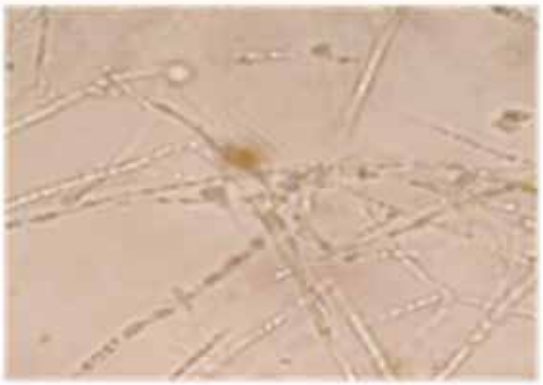
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Павловская Н.Е., и др. Исследование тритерпеновых сапонинов, полученных из корней овса Avena sativa //Вестник Орел ГАУ (2012) №2(35):48-51;

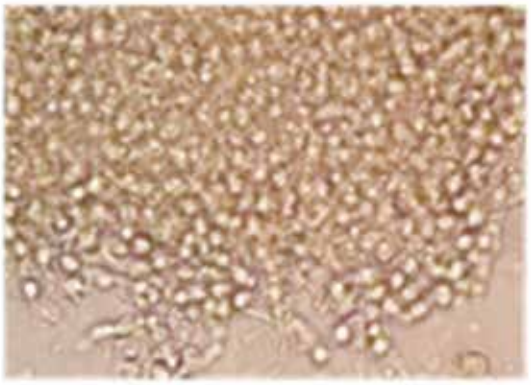
Павловская Н.Е. и др. Выявление антибиотических веществ ячменя и их влияние на проростки гороха //Ученые записки Орловского государственного Университета (2012) №3 (47):132-135.

Возьмите на заметку:

Авенацин (10^{-10}М-10^{-12}М) стимулирует корнеобразование и обладает антимикробным действием на *Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa, E.coli* и фунгитоксическими свойствами в отношении *Fusarium oxysporum.*



Контроль – дистиллированная вода: проросшие споры *Fusarium oxysporum*



Ингибирование авенацином (300мкг/мл), спор *Fusarium oxysporum*

Ферменты биосинтеза энтеробактин-подобного сидерофора пектобактерий: роль во взаимодействии с растениями и стрессоадаптации

Пайгачева Н.О.[1], Горшков В. Ю.[1,2], Гоголева Н. Е.[1,2], Петрова О. Е.[2], Ковтунов Е.А.[2], Гоголев Ю. В.[1,2]

[1]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,
[2]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

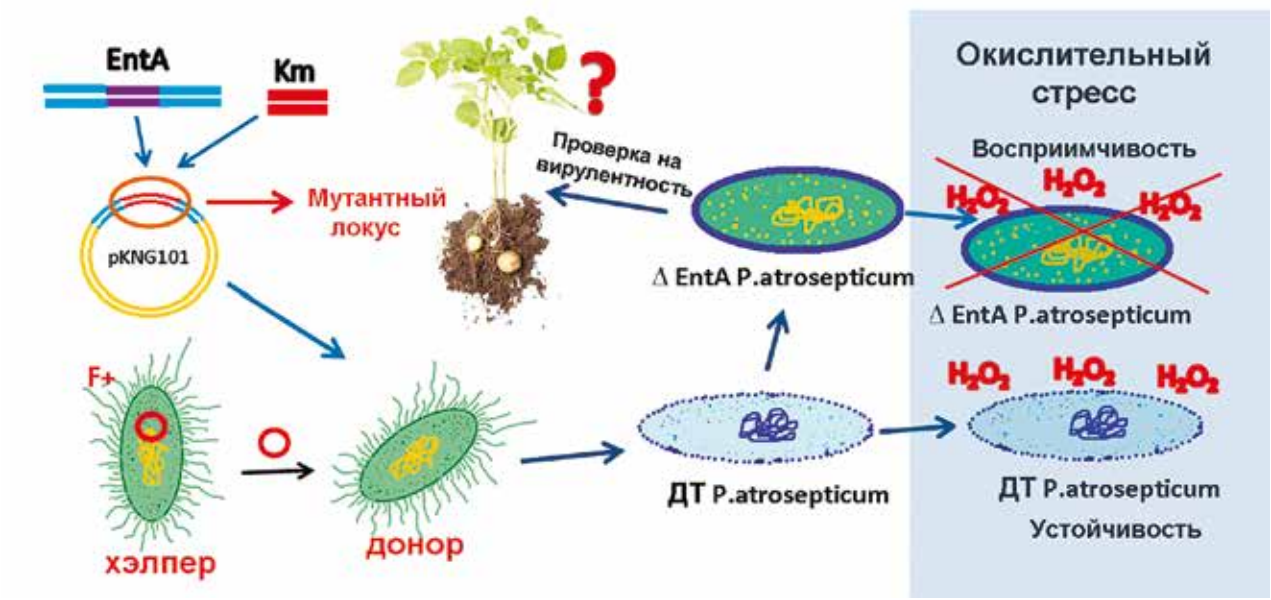
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-334

E-mail: pajg-natasha@ya.ru

Представители рода P*ectobacterium* являются фитопатогенными микроорганизмами, вызывающими заболевания мягкие гнили растений. Известно, что для синтеза факторов вирулентности, а также реализации адаптивных ответов этим бактериям необходимо железо. Сидерофоры – это низкомолекулярные соединения, которые используются бактериями для захвата железа из окружающей среды. Данные молекулы транспортируются из клеток, связывают железо и переносят его внутрь клеток. Однако роль сидерофоров пектобактерий во взаимодействии этих микроорганизмов с растениями и в стрессоадаптации не исследована. Нами с помощью направленного мутагенеза был получен штамм пектобактерий, дефицитный по гену фермента биосинтеза энтеробактин-подобного сидерофора. Этот мутант оказался более восприимчив к окислительному стрессу (обработка перекисью водорода), чем дикий тип микроорганизма. Сейчас нами проводятся исследования по выяснению особенностей стратегии колонизации растений энтеробактин-дефицитным мутантом пектобактерий.

Возьмите на заметку:

Энтеробактин-подобный сидерофор пектобактерий необходим для выживания микроорганизма при окислительном стрессе, который бактерии часто испытывают вследствие активации иммунных ответов растения-хозяина.



Влияние новых форм нанопрепаратов на основе углеродных и кремнезольных наноструктур на продукционный процесс растений в благоприятных и стрессовых условиях

Панова Г.Г.[1], Семенов К.Н.[2], Шилова О.А.[3], Аникина Л.М.[1], Канаш Е.В.[1], Артемьева А.М.[4], Чарыков Н.А.[5], Хамова Т.В.[3], Шпанев А.М.[1], Корнюхин Д.Л.[4], Удалова О.Р.[1], Хомяков Ю.В.[1], Вертебный В.Е.[1], Журавлева А.С.[1], Банкина Т.А.[2]

[1]ФГБНУ "Агрофизический научно-исследовательский институт", Санкт-Петербург, Россия,
[2]ФГБО ВО "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия,
[3]ФГБУН Институт химии силикатов РАН, Санкт-Петербург, Россия,
[4]Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова" (ВИР), Санкт-Петербург, Россия,
[5]Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет), Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-335
E-mail: gaiane@inbox.ru

Создание высокоэффективных экологически безопасных средств комплексного положительного действия на растения остается актуальной задачей современной науки. В междисциплинарных исследованиях разработаны новые формы препаратов на основе углеродных (водорастворимые аминокислотные производные фуллерена C_{60} или $ФС_{60}$) и кремнезольных (1÷20 масс% тетраэтоксисилан или ТЭОС) наноструктур с добавками макро-, микроэлементов и изучено их влияние на продукционный процесс растений в благоприятных регулируемых условиях и при моделировании окислительного стресса, вызванного УФ-В облучением, дефицитом почвенной влаги, пестицидами, фитопатогенами, а также в природных условиях Ленинградской области. Применялись оригинальная одностадийная методика синтеза ФС60 с L-аминокислотами (треонин, оксипролин, метионин и др.), золь-гель синтеза нанокомпозиций на основе ТЭОС и новый способ обработки ими семян; методы выращивания растений и диагностики их физиологического состояния по оптическим характеристикам листьев; стандартные химические, биологические методы. Выявлены основные механизмы положительного воздействия созданных нанопрепаратов на растения и показана перспективность их применения в растениеводстве.

Исследование выполнено при частичной поддержке грантами РФФИ № 15-29-05837 офи_м, Президента РФ для молодых ученых MD-2175.2018.3.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Панова Г.Г., Канаш Е.В. и др. Производные фуллерена стимулируют продукционный процесс, рост и устойчивость к окислительному стрессу // Сельскохозяйственная биология (2018). Т. 53. № 1: 38-49. DOI: 10.15389/agrobiology.2018.1.38rus

Панова Г.Г., Семенов К.Н. и др. Влияние углеродных и кремнезольных наноматериалов на устойчивость ярового ячменя к заболеванию корневыми гнилями //Агрофизика (2018). 3: 50-58. DOI: 10.25695/AGRPH.2018.03.09

Возьмите на заметку:

Аддукты фуллерена C_{60} с аминокислотами оказывают прямое и опосредованное влияние на почвенно-растительную систему, обеспечивая в определенных концентрациях оптимизацию продукционного процесса, повышение устойчивости растений к окислительному стрессу.

Морфо-физиологические особенности адаптации смородины красной к абиотическим факторам вегетационного периода

Панфилова О.В.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур", Орел, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-336
E-mail: olga_280682@mail.ru

Изучение анатомо-морфологической структуры листа, особенностей водного режима представителей разных видов подрода Ribesia (Berl.) Jancz. позволило выявить определенные механизмы адаптации к засухе и повышенным температурам многолетних культурных растений. Исследованы производные видов *Ribes petraeum* Wulf., *R. vulgare* Lam. и *R. multiflorum* Kit. Увеличение толщины листа и разрастание клеток губчатой паренхимы, снижение содержания хлорофилла a, суммы хлорофиллов a + b и повышение количества каротиноидов являются ответной реакцией на деструктивные факторы вегетационного периода. Коэффициент отношения суммы хлорофиллов к каротиноидам -важный показатель адаптивности. Общая оводненность листьев смородины красной зависит от возраста листа, роста побегов, формирования ягод, сортовых/видовых особенностей, метеоусловий и не является главным показателем засухоустойчивости. Увеличение связанной воды к свободной и повышение водоудерживающей способности листа – определяющий признак устойчивости к гипертермии. Высокая степень засухоустойчивости у производных видов *Ribes petraeum* Wulf. (Hollandische Rote) и *R. multiflorum* Kit. (1426-21- 80), что дает возможность их использования в интродукции.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Панфилова О.В., Голяева О.Д. Физиологические особенности адаптации сортов и отборных форм смородины красной к засухе и повышенным температурам // Сельскохозяйственная биология (2017) 52(5): 1056-1064. doi: 10.15389/agrobiology.2017.5.1056rus

Панфилова О.В., Голяева О.Д. Влияние засухоустойчивости на физиолого-биохимические показатели листьев смородины красной // Современное садоводство - Contemporary horticulture (2017) 4(8) 2013: 66-73.

Возьмите на заметку:

Физиологические методы диагностики устойчивости плодовых растений к неблагоприятным факторам среды позволяют оптимизировать долгий селекционный процесс, минимизировать потери урожая и получить устойчивые генотипы к воздействию климатических аномалий.

Регуляция старение лепестков в связи с жизнью в вазе срезанных цветов

Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В.

Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.Тимирязева, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-337
E-mail: panfilova.of@yandex.ru

Послеуборочная физиология и поиск путей продления жизни в вазе срезанных цветов привлекают все большее внимание исследователей в связи с особенностями продукции. Изучается роль этилена, значение активных форм кислорода и антиоксидантных систем в регуляции старения лепестков и возможности замедления этих процессов. Цель настоящей работы состояла в изучении влияния пульсирующей обработки ингибитором синтеза этилена тиосульфатом серебра (4 mM $AgNO_3$: 32 mM NaS_2O_3), действия ингибитора чувствительности к этилену - 1 мкл $л^{-1}$ 1-метилциклопропена (1-MCP) и регулятора редокс-метаболизма – 200 мкМ 5-сульфосалициловой кислоты (SSA) в вазовом растворе. Объектом исследования служили перспективные сорта срезочной культуры альстромерии и розы. Показано, что ингибиторы этилена замедляют процесс старения на 2-3 дня на заключительном этапе жизни цветов в вазе. Существенная задержка старения лепестков и увеличение жизни в вазе на 6-8 дней под действием 5-сульфосалициловой кислоты может быть следствием как показанного в работе поддержания в более активном состоянии антиоксидантных ферментов, так и в возможном связывании активных форм кислорода.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Жизнь в вазе срезанных цветов гвоздики садовой и альстромерии //Субтропическое и декоративное садоводство. Сочи: ВНИИЦиСК. 2014. 51: 248-255.

Панфилова О.Ф., Пильщикова Н.В. Водный стресс в жизни срезки розы (Rosa hybrid L.) В сборнике: Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды. Сборник материалов Годичного собрания Общества физиологов растений, Всероссийской научной конференции с международным участием. 2018: 613-617.

Возьмите на заметку:

Этилен у розы и альстромерии участвует только в финальных процессах старения цветка.

5-сульфосалициловая кислота может занять достойное место в ряду препаратов для замедления старения в срезке, особенно у нечувствительных к этилену цветов.

Новые участники растительно-микробного «разговора»: идентификация экстраклеточных фосфонатов *Pectobacterium atrosepticum* и выяснение их роли в патогенезе

Парфирова О.И.[1,2], Горшков В.Ю.[1,2], Тарасова Н.Б.[1], Гоголева Н.Е.[1,2], Смолобочкин А.В.[3], Петрова О.Е.[1], Гоголев Ю.В.[1,2]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
[2]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,
[3]Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ Казанский научный центр РАН, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-338
E-mail: parfirovaolga.i@gmail.com

Взаимодействие растений с пектобактериями может выражаться не только мягкими гнилями, но и бессимптомными инфекциями, при которых патоген и хозяин мирно сосуществуют. С помощью транскриптомного анализа мы выяснили, что одним из критериев агрессивного «поведения» пектобактерий является сверхэкспрессия генов, аннотированных как ферменты биосинтеза фосфонатов – соединений, в которых есть связь «углерод-фосфор». Для ряда природных и синтетических фосфонатов продемонстрированы «цидные» свойства. Но ни у одного вида фитопатогенных бактерий фосфонаты не описаны.

Для проверки способности пектобактерий продуцировать экстраклеточные низкомолекулярные фосфонаты были подобраны условия *in vitro*, при которых активируется экспрессия генов метаболизма фосфонатов. Затем из супернатантов модельных культур экстрагировали предполагаемые фосфонаты. С помощью ЯМР-спектроскопии мы показали, что в супернатантах культур пектобактерий, действительно, содержатся фосфонаты, а также фосфониевые соли. Для выяснения возможной роли фосфонатов в патогенезе нами получен нокаут мутант по гену, кодирующему фермент биосинтеза фосфонатов, и проанализирована стратегия его взаимодействия с растением-хозяином.

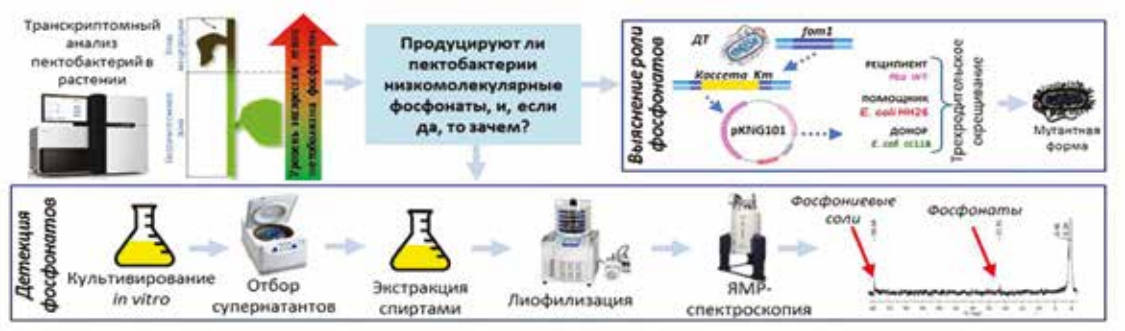
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gorshkov V. et al. Transcriptome profiling helps to identify potential and true molecular switches of stealth to brute force behavior in Pectobacterium atrosepticum during systemic colonization of tobacco plants // European Journal of Plant Pathology (2019) 152(4): 957-976. doi:s10658-018-1496-6

Возьмите на заметку:

1.Фитопатогенные пектобактерии продуцируют низкомолекулярные экстраклеточные фосфонаты, которые определяют стратегию взаимодействия растений с этим микроорганизмом.

2.Впервые для фитопатогенных бактерий проведена детекция фосфонатов.



Тактика повилики (*Cuscuta monogyna* V.) во взаимоотношениях с хозяевами в оранжерейных и парковых условиях Сочи

Пастухова И.С.

ФГБУ "Сочинский национальный парк", Сочи, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-339
E-mail: pastuhovairyna@yandex.ru

Повилика (*Cuscuta monogyna* V.) из семейства повиликовых (*Cuscutaceae*) была завезена в оранжереи Сочинского «Дендрария» вместе с растительной землей с Кубани. Растение быстро распространилось по фонарям центральной оранжереи, паразитируя на спатифиллуме, колеусе, ирезине, бегонии и других растениях.

В парковых условиях Сочи (*Cuscuta monogyna* V.) паразитирует преимущественно на розах, сирени, бузине, ольхе. Пораженные повиликой растения сначала отстают в росте, затем желтеют и погибают.

Повилика – паразитное растение. Она не имеет ни корней, ни листьев и представляет собой нитевидный или шнуровидный сильно ветвящийся стебель. Повилика не способна абсорбировать воду и питательные вещества из почвы и синтезировать питательные вещества, она живет за счет растения-хозяина. Стебли повилики обвивают растение, присасываются к нему специальными выростами – гаусториями, тем самым вызывают нарушение обмена веществ у растений-хозяев, ослабляют и задерживают их рост и развитие. Повреждая покровные ткани растений, способствуют поражению растений вредителями и болезнями. Кроме того, она сама является переносчиком очень многих видов растительных вирусов, в частности вирусов мозаики.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1.Гаршина Т.Д. Болезни деревьев и кустарников Северного Кавказа. – Сочи, ФГУ "НИИгорлесэкол", 2003.–130 с.

2.Пастухова И.С. 2013. Инфекционные болезни листьев, хвои древесных пород Большого Сочи/ И. С. Пастухова // Роль ботанических садов в сохранении разнообразия растений: сб. материалов междунар. науч. конф., г. Батуми, 8-10 мая. 2013 г. Батуми, Грузия. С. 221-222.

3.Справочник по карантинным и другим опасным вредителям, болезням и сорным растениям. 2-е изд. М.: Колос, 1970.-240 с.

Возьмите на заметку:

Повилика – паразитное растение.

В парковых условиях Сочи (*Cuscuta monogyna* V.) паразитирует преимущественно на розах, сирени, бузине, ольхе. Пораженные повиликой растения сначала отстают в росте, затем желтеют и погибают.

Индукция соматического эмбриогенеза у *Picea obovata и P. abies* в культуре *in vitro*

Пахомова А.П.[1], Шевелева И.С.[1], Константинов А.В.[2]

[1]ФГБУН "Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения РАН", Красноярск, Россия
[2]Институт леса Национальной академии наук Беларуси, Гомель, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-340
E-mail: angelika992@mail.ru

Разработка биотехнологии соматического эмбриогенеза *in vitro* у хвойных позволяет не только массово тиражировать их элитные генотипы, но и служит модельной системой для изучения закономерностей эмбриогенеза. Мы проводили разработку методики микроклонального размножения видов ели, произрастающих на территории Красноярского края и Белоруссии. Материалом для индукции соматического эмбриогенеза служили изолированные незрелые зиготические зародыши *Picea obovata* и *P. abies* на предсемядольной стадии развития. При инокуляции зиготических зародышей на питательные среды АИ и DCR формировался плотный или рыхлый каллус. Плотный каллус оказался неморфогкенным и состоял из округлых клеток. В рыхлом каллусе проявлялись морфогенетические реакции в виде удлиненных клеток и глобул соматических зародышей. Через 6 мес. культвирования на пролиферационной среде АИ с уменьшенной концентрацией БАП жизнеспособность каллусов сохранялась у 22% эксплантов. Получена одна пролиферирующая клеточная линия у ели сибирской, в которой наблюдалась пролиферация соматических зародышей.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-54-000010 Бел_а.

Цитогенетический анализ действия хелатного микроудобрения марки ЖУСС-2 при обработке семян зерновых культур

Пахомова В.М.[1], Даминова А.И.[1], Гайсин И.А.[2]

[1]ФГБОУ ВО "Казанский государственный аграрный университет", Казань, Россия,
[2]Академия наук Татарстана, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-341
E-mail: pahomovav@mail.ru

Изучали цитогенетический эффект обработки семян ярового ячменя и озимой ржи Cu, Mo–содержащим хелатным микроудобрением марки ЖУСС-2 при трех нормах расхода препарата (2, 4, 6 л/т семян). Исследования осуществляли анафазно-телофазным методом на клетках меристемы первичных корешков зерновых культур. Применение полифункциональных составов приводило к снижению митотической активности клеток. При этом с увеличением норм расхода ЖУСС усиливалось их ингибирующее действие на митоз. Действие ЖУСС-2 в норме расхода 6 л/т приводило к задержке метафазы, анафазы и телофазы по срав нению с контролем (без обработки). Максимальная норма расхода ЖУСС-2 (6 л/т) увеличивала процент хромосомных аберра ций в клетках меристемы первичных корешков озимой ржи и ячменя, а более низкие нормы (2 - 4 л/т) снижали их. Таким образом, данное хелатное микроудобрение в зависимости от дозы воздействия способно не только стабилизировать наследственную структуру клеток растений, но и вызывать хромосомные нарушения. Одной из причин уменьшения спонтанного мутирования в клетках корней зерновых культур при пониженных нормах расхода препарата является антиоксидантное действие этого полифункционального препарата.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Пахомова В.М. и др., Хелатные микроудобрения марки ЖУСС в устойчивости яровой пшеницы к комбинированному стрессу // Агрохимический Вестник, 2015. - № 6, С. 29 - 31.

Пахомова В.М. и др., Хелатные микроудобрения с антиоксидантным эффектом // Матер. II Междунар. симпозиума «Молекулярные аспекты редокс-метаболизма растений». Уфа: ООО «Первая типография», 2017. - С. 199 – 202.

Возьмите на заметку:

Максимальная норма расхода полифункционального хелатного микроудобрения марки ЖУСС-2 (6 л/т) увеличивала процент хромосомных аберраций в клетках меристемы первичных корешков озимой ржи и ячменя, а более низкие нормы (2 - 4 л/т) снижали их.

Нокаутирование генов *XYLT, FUCT* в суспензионной клеточной линии *Arabidopsis thaliana*, методом CRISPR/CAS9

Пермякова Н.В., Хозеева С.А., Дейнеко Е.В.

ФГБУН "Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН", Новосибирск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-342
E-mail: puh@bionet.nsc.ru

Клеточные культуры растений – перспективные платформы для синтеза рекомбинантных белков терапевтического назначения. Однако, в этом направлении все еще остается много нерешенных проблем, одна из которых связана с отличиями в N-гликозилировании белков. Растительные N-гликаны отличаются от человеческих наличием α-1,3-фукозы и β-1,2-ксилозы. Проводили гуманизацию пути биосинтеза N-гликанов в растительных клетках при помощи системы сайт-специфического редактирования CRISPR/Cas9 методом нокаутирования генов *XYLT, FUCT11* и *FUCT12* на примере штамма NFC-0 быстрорастущей культуры клеток *A.thaliana* (Всероссийская коллекция растительных клеток и органов высших растений, ИФР РАН). Доставка в клетку генетических конструкций для редактирования или РНП осуществлялась методом биобаллистики. Сайт-специфические мутации выявляли по результатам ПЦР и подтверждали при помощи секвенирования. Полученные линии проявляли высокую гетерогенность по мутациям. Показано, что CRISPR/Cas9 может эффективно использоваться для внесения сайт-специфических мутаций в геном *A. thaliana* в суспензионной культуре клеток, однако получение гомогенных по мутациям линий требует дополнительных усилий.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Розов С.М., Пермякова Н.В., Дейнеко Е.В. Основные стратегии гликоинженерии растительных систем экспрессии для получения гуманизированных рекомбинантных фармацевтических белков. Биохимия, 2018, Т. 83, № 3, стр. 328-348. DOI: 10.1134/S0006297918030033

Н.В. Пермякова, Ю.В. Сидорчук, Т.В. Маренкова, С.А. Хозеева, А.А. Загорская, Е.В. Дейнеко. Инактивация гена GFP при помощи системы CRISPR/Cas9 в культуре суспензионных клеток Arabidopsis Thaliana. Гены и клетки, 2018, Приложение, №2, с. 84-85.

Возьмите на заметку:

1. При выборе мишени для редактирования необходимо тщательно исследовать гены мишени.
2. Получаемые после редактирования клеточные линии, высоко гетерогенны. Выделение линий с уникальной мутацией - отдельная задача.

Жирнокислотный состав осеннего криокорма животных криолитозоны

Петров К.А.[1], Перк А.А.[1], Дударева Л.В.[2], Нохсоров В.В.[3]

[1]Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН ФГБУН ФИЦ "Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", Якутск, Россия,
[2]ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия,
[3]ФГАОУ ВПО "Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова" Институт естественных наук, Якутск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-343

E-mail: kap_75@bk.ru

Сокращение длины дня и снижение температуры воздуха осенью обуславливает две последовательные фазы закаливания осенневегетирующих травянистых растений Севера (зеленый криокорм). Вторая фаза (закаливание отрицательными температурами) возможна только после первой (закаливание низкими положительными температурами), которая обеспечивает синтез и депонирование у растений значительного количества энергоемких питательных веществ (углеводы, белки, липиды). Эти же факторы запускают гормональные изменения в организме питающихся зеленым криокормом местных травоядных животных, оптимально перестраивая их метаболизм. В экстремальных условиях суровой зимы липаза расщепляет триацилглицерины, накопленные в организме животных осенью в виде жировых запасов, до свободных жирных кислот и глицерина. Образовавшиеся таким путем свободные жирные кислоты, а также непосредственно поступившие вместе с осенним криокормом незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты (линолевая, α-линоленовая), в митохондриях становятся не только основными субстратами окисления, но и важнейшим регулятором – разобщителем электронного транспорта с фосфорилированием, упрощающим превращение энергии дыхательных субстратов в тепло.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Петров К.А. Криорезистентность растений: эколого-физиологические и биохимические аспекты. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2016. 276 с.

Петров К.А. и др. Эколого-физиологические и биохимические основы формирования зеленого криокорма в Якутии (Обзор) // Сельскохозяйственная биология (2017) 52(6): 129-1138.

Возьмите на заметку:

Впервые обобщены данные, свидетельствующие о важной роли насыщенных, мононенасыщенных и незаменимых полиненасыщенных жирных кислот в регуляции адаптации растительных и животных организмов при гипотермии в условиях холодного климата криолитозоны.

Влияние кустарникового покрова на состояние тундровых экосистем

Петров Р.Е., Максимов Т.Х.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", Якутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-344
E-mail: pre2003@mail.ru

Фенологические исследования, проведенные в Арктике, свидетельствуют о расширении ареалов древесной и кустарниковой растительности, совпадающее с повышением температур воздуха и почвы. Их продвижение на север, может усилить поглощение углерода. Взаимосвязь системы «криосфера - растительный покров» в данной работе рассматривалась через влияние растительного покрова на ледовый комплекс типичной тундровой экосистемы Яно-Индигирской низменности. На экспериментальных участках, над поверхностью мохового покрова, были обрезаны все стебли карликовой березы (*Betula nana*). Средняя сухая биомасса удаленной кроны *B.nana* составляла 388 ± 72 грамм с квадратного метра. Контрольные и экспериментальные участки были схожи на начальном этапе. Цепь ответных реакций привела к развитию термокарста на опытных участках, со скоростью проседания 3,3 см в год. Видовой состав растительности на контрольных делянках оставался неизменным, в то время как на возвышенных областях экспериментальных участков отмечалось появление злаков (*Arctagrostis latifolia*), а в концентрических прудах – осок (*Eriophorum angustifolium*). Изменение видового состава привело экспериментальные участки в источники углерода.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

*Петров Р.Е. и др. Изучение межгодовой и сезонной динамики изменчивости баланса углерода и многолетнемерзлых пород в типичной тундровой экосистеме на Северо-Востоке России // Природные ресурсы Арктики и Субарктики (26)4:89-95. УДК 581.13:630*187:551.34*

Nauta A.L. et. al. Permafrost collapse after shrub removal shifts tundra ecosystem to a methane source / Nature Climate Change (5): 67-70 doi:10.1038/NCLIMATE2446

Возьмите на заметку:

Удаление кустарничкового яруса, вызвало цикличные ответные реакции экосистемы. Изменение микрорельефа и видового состава привело к чистой эмиссии метана из участков без *B. nana* и его депонированию на контрольных участках.

Качественная и количественная оценка натяжения во флоэмных волокнах льна

Петрова А.А., Козлова Л.В., Сальников В.В., Горшкова Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-345
E-mail: anna.an.petrova@gmail.com

Способность длинных, но тонких стеблей льна противостоять механическим нагрузкам связывают с развитием флоэмных волокон. Волокна льна относятся к так называемым желатинозным волокнам, которые описаны как «растительные мускулы». Эффекты, обеспечиваемые такими волокнами, включают видимое сокращение органов (у корней и гипокотилей геофитов или у воздушных корней), а также формирование кривизны ствола в ходе гравитропической реакции у большинства видов покрытосеменных деревьев. Наличие натяжения в волокнах было обнаружено и количественно определено в стволах деревьев несколькими способами (экстензометры, тензометрические датчики и т.д.). Присутствие натяжения в желатинозных волокнах льна можно предположить из-за сходства общего состава и архитектуры их клеточных стенок с клеточными стенками древесины натяжения. Однако методы оценки натяжения, обычно используемые для деревьев, не могут напрямую применяться к тонким стеблям льна из-за размера датчиков. Нами впервые получены доказательства создания натяжения в желатинозных волокнах льна и предложены несколько подходов, позволяющих качественно и количественно его оценить.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ № 19-14-00361.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

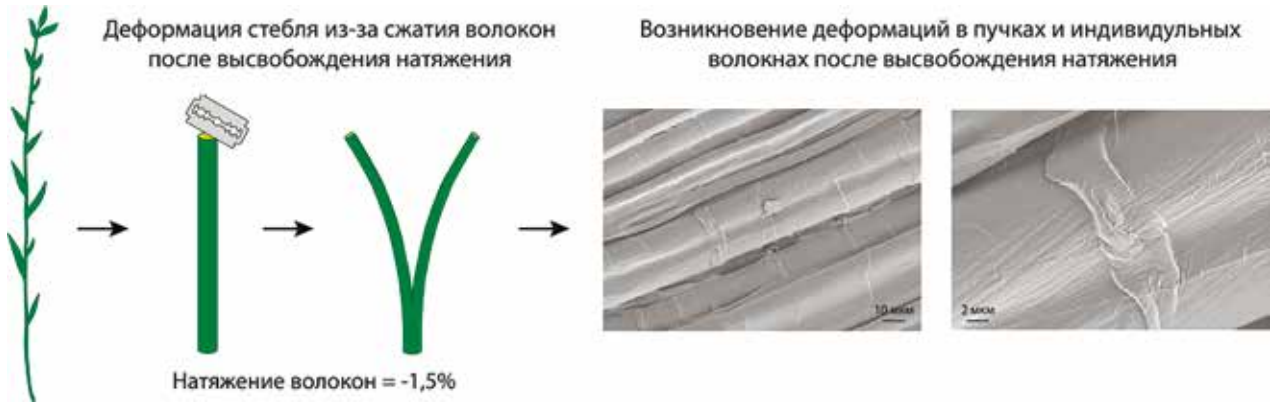
Gorshkova T. et al. Plant "muscles": fibers with a tertiary cell wall // New Phytologist (2018) 218(1): 66-72. doi:10.1111/nph.14997.

Gorshkova T. et al. Plants at bodybuilding: development of plant "muscles" // In: Geitmann A., Gril J. (eds) Plant Biomechanics (2018) 141-163. doi: 10.1007/978-3-319-79099-2_7.

Alméras T. et al. Evidence and quantitative evaluation of tensile strain in flax phloem fibers using the splitting method // Botany (2019) in press.

Возьмите на заметку:

Впервые получены доказательства создания натяжения в желатинозных волокнах льна и предложены несколько подходов, позволяющих качественно и количественно его оценить.



Дифференциальная экспрессия лектинов группы Nictaba в растениях льна

Петрова Н.В., Горшков О.В., Назипова А.Р., Горшкова Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-346
E-mail: npetrova@inbox.ru

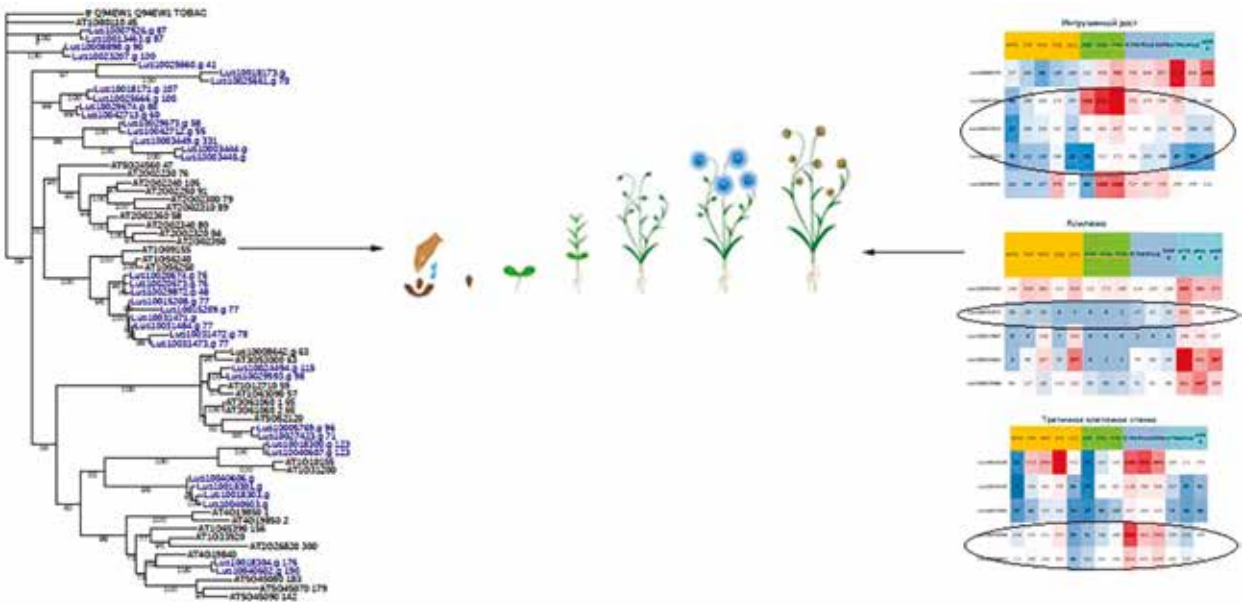
Лектины растений представляют собой группу белков, которые обратимо связываются с конкретными углеводными структурами и не проявляют ферментативной активности по отношению к связываемому углеводу. В настоящее время рассматриваемая в литературе группа растительных лектиновых белков включает 14 лектиновых семейств и два малектиновых семейства. При анализе транскриптомного профиля экспрессии генов, кодирующих лектины льна, нами была выявлена группа, разные представители которой увеличивают экспрессию в тканях стебля льна с различной специализацией. Все эти белки имеют гомологию с индуцибельным лектином табака - Nictaba. В настоящее время описаны единичные представители семейства Nictaba-подобных белков. Выявлены консервативные аминокислотные остатки, участвующие в связывании углеводов, однако Nictaba-домен способен взаимодействовать с различными углеводными мотивами. Предполагается, что тонкие изменения вокруг сайта связывания влияют на углеводную специфичность домена. Данные филогенетического анализа и экспрессионного профиля Nictaba-гомологов у льна дают нам ориентиры для поиска белок-углеводных взаимодействий, регулирующих процессы нормального развития растительного организма.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Петрова Н.В. и др. Лектины льна: дифференциальная экспрессия в тканях стебля // готовится к печати

Возьмите на заметку:

Геномы высших растений кодируют множество лектиновых белков, способных селективно распознавать и передавать сигнал, заложенный в геометрии углеводов, участвуя таким образом в регуляции процессов роста и развития растительного организма.



Стресс и вирулентность пектобактерий

Петрова О.Е.[1], Горшков В.Ю.[1,2], Осипова Е.В.[1], Даминова А.Г.[1,2], Молелеки Л.[3], Гоголев Ю.В.[1,2]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[2] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия,
[3]Университет Претории, Претория, ЮАР
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-347
E-mail: 138opet@gmail.com

Формирование растительно-микробных систем в значительной мере зависит от условий окружающей среды. Под действием стрессовых факторов у микроорганизмов формируется специфическая реакция – стрессовый ответ, в результате которого бактерии приобретают устойчивость к стрессорам. Фитопатогенная бактерия *P. atrosepticum* в условиях голодания по углероду формировала множественную устойчивость к повторным стрессовым воздействиям и полностью сохраняла патогенный потенциал в отношении растений табака и картофеля. Транскриптомное профилирование голодающих клеток выявило репрессию генов, кодирующих основные факторы вирулентности пектобактерий – ферменты деградации растительной клеточной стенки, cfa-кластер, компоненты системы секреции III типа. Одновременно происходила индукция генов и генных кластеров, кодирующих факторы инвазивности, т.е. узнавания, прикрепления и проникновения в организм хозяина: капсульные полисахариды, бактериальные биопленки, подвижность и хемотаксис, отдельные белки системы секреции III типа: HrcUи HrpJ. Т. об., голодание является триггером «поискового поведения» бактерий и определяет их готовность к взаимодействию с растением и индукции патогенеза. Грант РНФ 19-14-00170

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Petrova O., et al. Stress response in Pectobacterium atrosepticum SCRI1043 under starvation conditions: adaptive reactions at a low population density// Res Microbiol (2014) 165:119–127.

Petrova O., et al. Alternative scenarios of starvation-induced adaptation in Pectobacterium atrosepticum// Res Microbiol (2016)167:254–261.

Gorshkov V., et al. Global gene expression analysis of cross-protected phenotype of Pectobacterium atrosepticum//PLoS ONE (2017) 12:e0169536.

Возьмите на заметку:

Голодание является триггером «поискового поведения» бактерий и определяет их готовность к взаимодействию с растением.

Повышение эндогенного уровня жасмонатов приводит к изменению качественных характеристик зерна пшеницы

Пиголев А.В.[2], Мирошниченко Д.Н.[3], Буряк В.И.[1]

[1]ФГБОУ ВО Тульский государственный университет, Тула, Россия,
[2]ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт фундаментальных проблем биологии, Пущино, Россия,
[3]ФГБУН РАН Филиал Института биоорганической химии, Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-348
E-mail: i.v.buryak@mail.ru

Известно, что гормоны жасмонаты защищают растения при воздействии неблагоприятных факторов среды, биотических и абиотических. В литературе есть информация о том, что жасмонаты регулируют рост и фертильность растений, однако, вопрос о том, как жасмонаты влияют на качественные характеристики зерна однодольных растений, ранее не был исследован. Для того, чтобы исследовать эффект жасмонатов на характеристики зерна, в работе были использованы трансгенные растения пшеницы с повышенным уровнем жасмоновой кислоты. Кроме того, мы проводили анализ зерна нетрансгенных растений пшеницы, обработанных метилжасмонатом. Результаты показали, что повышенное содержание жасмонатов приводит к изменению характеристик зерна. Поверхность зерна становится морщинистой, изменяется содержание крахмала, при этом размеры зерна не изменяются.

Морфофизиологическая оценка фотосинтетического аппарата плодов яблони *Malus* Mill. (Rosaceae) в горах и на равнине

Пикуленко М.М.[1], Кумахова Т.Х.[2]

[1]МГУ имени М.В. Ломоносова, Научно-учебный музей землеведения, Москва, Россия,
[2]РГАУ– МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-349
E-mail: pikulenkomarina@mail.ru

Исследование стресса и адаптивной роли пластидных сигналов флуоресцентными методами позволяет осуществлять экспресс-анализ функциональных изменений в клетках растений. Наряду с качественными и количественными структурными изменениями при действии факторов гор изменяется активность фотосинтетического аппарата (ФСА). Полученные результаты свидетельствуют о том, что хлоропласты клеток субэпидермальной зоны плодов, выросших в горах и на равнине, характеризуются одинаково высокой потенциальной фотохимической активностью фотосистемы II. При освещении (поток квантов 50 мкмоль/(м^{2}с)) эффективность фотосинтеза хлорофилла в горных условиях, оказалась существенно ниже. В равнинных условиях изменение режима освещения не приводит к значимым изменениям в скорости нециклического потока электронов в хлороплстах плодов. Таким образом, горные условия, характеризующиеся высокой интенсивностью солнечной радиации, богатой УФ-лучами, резкими колебаниями температуры в течение суток, оказывают значительное влияние на морфофизиологические особенности ФСА плодов яблони и адаптивные функциональные сигналы.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Кумахова Т.Х., Булычев А.А., Пикуленко М.М. Активность фотосинтетического аппарата как маркер структурно-функциональных изменений клеток растений при адаптации к горным условиям на примере плодов яблони // Доклады ТСХА(2008).280. 122-126.

Pikulenko M.M., Bulychev A.A., Differences of induction curves chlorophyll fluorescence of the apple fruits and of the leaves under the natural development // Abstracts of 7 International Meeting "Photosynthesis Research for Sustainability"(2016).152.

Эффективность инокуляции растений пшеницы PGPB *Bacillus sp.* и *Panaebacillus sp.* при Ni-стрессе

Пищик В.Н.[1,2], Мирская Г.В.[1], Филиппова П.С.[3], Вертебный В.Е.[1], Дубовицкая В.И.[1], Хомяков Ю.В.[1]

[1]ФГБНУ "Агрофизический научно-исследовательский институт", Санкт-Петербург, Россия,
[2]ФГБНУ ВНИИСХМ, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-350
E-mail: veronika-bio@rambler.ru

Изучение влияния изолированных с семян пшеницы PGPB *Bacillus* sp.(B1) и *Panaebacillus* sp.(B2) проводили в серии вегетационных опытов при выращиваний растений пшеницы сортов Ленинградкая 6, Siddhartha на растворе Кнопа при добавлении минимальной ингибирующей концентрации ионов никеля 10^{-4} Моль/л. Выявлена высокая эффективность бактерий в защите растений от Ni-стресса, которая проявлялась в увеличении активности антиоксидантных ферментов: супероксиддисмутазы, каталазы, пероксидазы (в корнях) и аскорбатпероксидазы (в листьях), увеличении биомассы и длины корней и побегов до уровня контроля на 10-е сутки действия Ni. Также бактерии оказывали влияние на фотосинтетический аппарат, повышая содержание хлорофиллов a, b и каротиноидов, снижали накопление Ni в корнях пшеницы. Таким образом, показано, что PGPB *Bacillus sp.* и *Panaebacillus sp.* влияли на ряд физиологических процессов в растениях яровой мягкой пшеницы сортов Ленинградкая 6 и Siddhartha как в оптимальных условиях, так и при действии Ni, повышая устойчивость к нему.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Филиппова П.С. и др. Влияние гуматов и бактерий Bacillus subtilis № 2 на биофизические параметры растений пшеницы при Ni-стрессе// Агрофизика (2018) № 4: 68-76. doi: 10.25695/AGRPH.2018.04.10

Пищик В.Н. и др. Механизмы адаптации растений и микроорганизмов в растительно-микробных системах к тяжелым металлам// Микробиология (2016) 85: № 3 231-247. doi: 10.7868/S0026365616030113

Возьмите на заметку:

1.Инокуляция PGPB на ранних этапах вегетации способствует эффективной адаптации растений пшеницы к токсичной концентрации Ni.

2.Инокуляция PGPB повышает активность антиоксидантных ферментов.

Влияние гипомагнитных условий на прорастание семян салата и формирование хромосомных нарушений в корневой меристеме

Платова Н.Г.[1], Лебедев В.М.[2,3], Спасский А.В.[2,3], Труханов К.А.[1]

[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, Россия
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»,
[3]Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-351
E-mail: nataliaspl@inbox.ru

При полётах за пределы магнитосферы Земли человек и элементы биорегенеративных систем жизнеобеспечения будут находиться в условиях пониженного на порядки магнитного поля, т.е. в гипомагнитных условиях. Кроме того, они будут подвергаться воздействию галактических и солнечных космических лучей, в состав которых входят тяжёлые ионы. В таких условиях будут прорастать семена в космических оранжереях. Семена салата *Lactuca sativa* L. облучали на ускорителе HIMAC (NIRS, QST, г. Чиба, Япония) ионами ^{40}Ar с энергией 290 МэВ/нуклон и ЛПЭ (в воде) $1{,}1 \cdot 10^2$ кэВ/мкм и ^{12}C с энергией 400 МэВ/нуклон и ЛПЭ (в воде) 11 кэВ/мкм в дозе 1 Гр. Далее семена проращивали в гипомагнитной камере из магнитомягкого материала при величинах магнитной индукции $2 \cdot 10^1$нТл, $1{,}4 \cdot 10^2$ нТл, $1 \cdot 10^3$ нТл, а также в лабораторных условиях при $(3{,}5 \div 4) \times 10^1$ мкТл. Использовали анателофазный метод для подсчёта хромосомных аберраций в первом митозе меристемы корня. Отмечено увеличение задержки начала прорастания облученных семян, процента аберрантных клеток и клеток с множественными аберрациями, снижение количества делящихся клеток при разных величинах ослабления геомагнитного поля и радиационного повреждения клеток.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Платова Н.Г. и др. Хромосомные нарушения в семенах салата при комбинированном последовательном воздействии ускоренных ионов аргона и гипомагнитных условий // Авиакосмическая и экологическая медицина. (2016) 50: № 3. 35–41.

2. Платова Н.Г. и др. Хромосомные аберрации в корневой меристеме проростков салата при облучении семян ускоренными ионами углерода и прорастании в гипомагнитных условиях // Авиакосмическая и экологическая медицина. (2019) 53: № 4. 93–100. DOI: 10.21687/0233-528X-2019-53-4-93-100

Возьмите на заметку:

Проращивание в гипомагнитных условиях приводит к увеличению радиационного поражения семян салата, облучённых ионами аргона и углерода в дозе 1Гр.

Возможна полиэкстремальная зависимость эффекта от величины ослабления геомагнитного поля.

Динамика содержания аскорбиновой кислоты в свежих листьях чая (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) произрастающего во влажных субтропиках России

Платонова Н.Б.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательской институт цветоводства и субтропических культур, Сочи, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-352

E-mail: natali1875@bk.ru

Объекты исследований - 3-листные побеги (флеши) сортов Колхида (контроль), Сочи, радиамутантов №№ 3823, 582, химимутанта № 855, колхимутанта №2264, выращиваемых на коллекционно-маточном участке, пос. Уч-Дере (Сочи).

Выявлено изменение количества АК при воздействии неблагоприятных условий выращивания, характеризующее различную степень адаптивности растений чая. АК как компонент защитной антиоксидантной системы активируется при высоких положительных температурах и засухах. В 2017 году проведены исследования в июле и августе. Отмечено с июля к августу повышение АК у всех сортов и форм, за исключением № 855. В сравнении с сортом Колхида (211,6 мг/% в июне; 276,3 мг/% в августе) наибольшее содержание зафиксировано у формы № 2264 (270,5 мг/% и 330,1 мг/% соответственно). В 2018 году проведены исследования на протяжении всего периода вегетации, выявлено аналогичное увеличение синтеза АК у всех сортов и форм. Самые высокие показатели у формы № 582 (в августе 384,9 мг/%).

В течение двух лет сохраняется закономерность в увеличении количественного содержания аскорбиновой кислоты в листьях изучаемых растений в ответ на абиотический стресс-фактор. Наиболее устойчивые формы№ 2264 и № 855.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Белоус О.Г., Платонова Н.Б. Динамика накопления антиоксидантов в чае (Camellia sinensis (L.) Kuntze) в условиях субтропиков России// Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира: матер. VIII Меж. науч.-пр.конф. 2018 :26-27

Platonova N. et al. The composition and content of phenolic compounds in tea, grown in humid subtropics of Russia//Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2019. 13(1): 32-37. doi: https://doi.org/10.5219/990

Взаимодействие отвара можжевельника туркменского (*Juniperus turcomanica*) с лейкоцитами и тромбоцитами крови *in vitro*

Плескановская С.А., Тачмухаммедова А.Х., Кулиева В.

Научно-исследовательский центр Государственного медицинского университета Туркменистана, Ашхабад, Туркменистан
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-353
E-mail: pleskanovskaya_s@mail.ru

Целью исследования являлось изучение характера влияния *in vitro* 5% отвара (ех 10:200,0) можжевельника туркменского (*Juniperus turcomanica*) на морфологию лейкоцитов и тромбоцитов венозной крови практически здоровых лиц в зависимости от времени инкубации.

Материалы и методы исследования. В пробы с кровью практически здоровых лиц вносили по 0,01 мл 5% отвара можжевельника туркменского МТ (*Juniperus turcomanica*) и через 1, 5 и 60 минут исследовали гемограмму при помощи гемоанализатора ABX Pentra 60+ (Франция).

Результаты исследования показали, что *in vitro* присутствие МТ модулирует численность и размеры лейкоцитов и тромбоцитов крови человека. Вполне возможно, что вследствие трансформации атипичных лимфоцитов и больших незрелых клеток, численность которых в присутствии препарата снижается.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Влияние отвара можжевельника туркменского (Juniperus turcomanica b. Fedtch.) на экспрессию мембранных рецепторов некоторых субпопуляций лимфоцитов in vitro // Журнал Научное обозрение. Биологические науки. – 2017. – № 3 – С. 99-103 (соав-торы Тачмухаммедова А.Х. и др.)

Возьмите на заметку:

В системе *in vitro* отвар можжевельника туркменского (*Juniperus turcomanica*) модулирует фенотипические характеристики лейкоцитов и тромбоцитов крови человека.

Регуляция клубнеобразования у оздоровленных растений картофеля брассиностероидами

Плюснин И.Н., Головацкая И.Ф., Бойко Е.В

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-354
E-mail: korok94@bk.ru

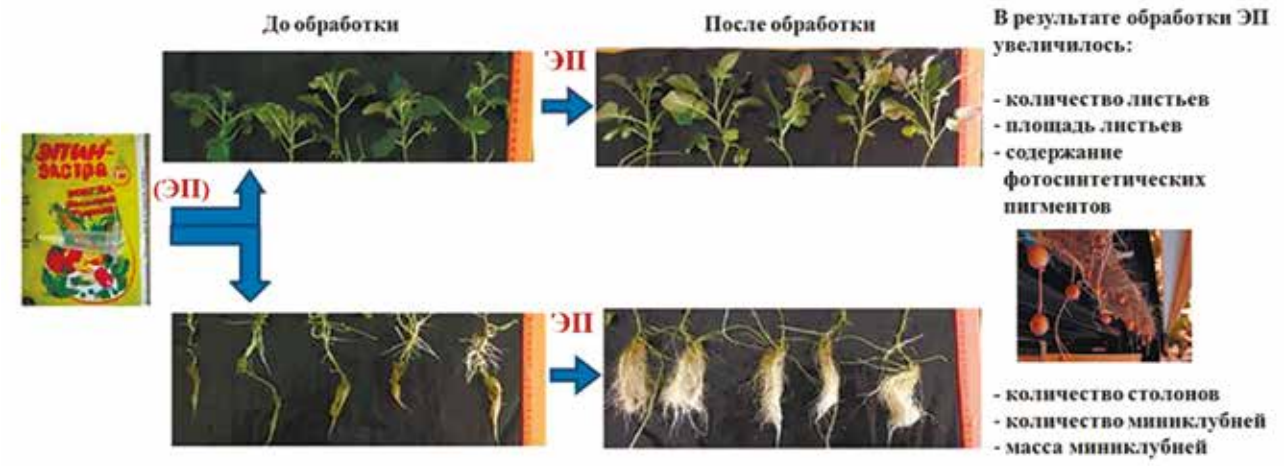
Загрязнение почв фитопатогенными микроорганизмами создает неблагоприятные условия для возделывания картофеля: снижается урожайность второй по значимости продовольственной культуры и утрачивается её высококачественный семенной материал. Для решения этой проблемы необходимо получение освобожденных от инфекций растений, а впоследствии и семенного материала. Это становится возможным при использовании оздоровленных апикальных регенерантов в аквакультуре и доработке технологического регламента культивирования новым звеном: применение регуляторов роста. В последнее время возрос интерес к брассиностероидам – природным и эффективным регуляторам роста. В связи с этим целью исследования было изучение влияния «Эпин-экстра»(ЭП) на структуру и семенную продуктивность оздоровленных растений-регенерантов картофеля *Solanum tuberosum* L. сорта Жуковский ранний в условиях аквакультуры. В результате исследований показали, что корневая обработка ЭП обусловливала увеличение ассимиляционного потенциала (количества листьев и площади их поверхности, содержания фотосинтетических пигментов), количества столонов и урожая миниклубней у оздоровленных растений картофеля раннеспелого сорта в условиях аквакультуры.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Плюснин И.Н., Головацкая И.Ф. и др. Стероидные регуляторы морфогенеза и столонообразования у растений-регенерантов картофеля в аквакультуре // «Растения и микроорганизмы: биотехнология будущего»: Сборник тезисов Международная научная конференция PLAMIC (2018) 213.

Возьмите на заметку:

Корневая обработка "Эпин-экстра" увеличила ассимиляционный потенциал, количество столонов и урожай миниклубней у оздоровленных растений *Solanum tuberosum* L. сорта Жуковский ранний в условиях аквакультуры.



Ультраструктура хлоропластов хвойных в условиях аэротехногенного загрязнения выбросами целлюлозно-бумажного производства

Плюснина С.Н.

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Сыктывкар, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-355

E-mail: pljusnina@ib.komisc.ru

Многолетние наблюдения (1994-2018 гг.) показали, что изменения в ультраструктуре хлоропластов мезофилла *Picea obovata* Ledeb. и *Pinus sylvestris* L. при аэротехногенном загрязнении выбросами целлюлозно-бумажного производства (серо- и азотсодержащие соединения) различны. У ели на загрязненных территориях число хлоропластов в клетке либо не изменялось, либо уменьшалось относительно контроля, при этом повышалось суммарное количество фотосинтетических мембран в хлоропласте. После снижения объемов выбросов в 2-3 раза и исключения из их состава соединений хлора реакция сохранялась. Сосна более чувствительна к загрязнению, особенно если растет на бедных почвах, в лишайниковых типах леса. Строма хлоропластов в таких условиях была электронно-плотной, тилакоидная система плохо просматривалась, снижалось содержание крахмала относительно контроля. После сокращения объемов выбросов оптическая плотность стромы не отличалась от контроля, содержание крахмала повысилось, число гран было ниже, чем в контроле. Недостаточная насыщенность хлоропластов мембранами компенсировалась повышением числа пластид на срез клетки.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Тужилкина В.В. и др. Влияние техногенного загрязнения на фотосинтетический аппарат сосны // Экология (1998) № 2: 89–93.

Тужилкина В.В., Плюснина С.Н. Комплексная оценка состояния хвои Picea obovata (Pinaceae) в условиях аэротехногенного загрязнения // Растительные ресурсы (2014) 50: 579–587.

Действие различных АФК на показатели роста и мембранный потенциал пыльцевых трубок лилии (*Lilium longiflorum*).

Подолян А.О., Брейгина М.А., Максимов Н.М.

ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-356
E-mail: aleksaniaara@gmail.com

Пыльцевая трубка обладает свойством полярного роста, позволяющим обеспечить доставку спермиев в зародышевый мешок. Полярный рост характеризуется сложной системой регуляции и сигналинга, значительную роль в которой играют АФК. В сигнальных целях АФК генерируются НАДФН-оксидазой. Известно, что H_2O_2 накапливается в рыльце, а высвобождению спермиев в зародышевом мешке предшествует резкое увеличение уровня АФК. Пыльца при прорастании выделяет в среду некоторое количество АФК. Таким образом, источником АФК являются ткани женского спорофита, мужской и женский гаметофит. Мы выявили, что $O_2^{-\cdot}$ вызывает деполяризацию мембраны и стимулирует рост пыльцевой трубки *in vitro*. H_2O_2 и $OH^{\cdot}$ вызывают гиперполяризацию и торможение роста. Все исследованные АФК меняют картину градиента мембранного потенциала в растущей трубке. $OH^{\cdot}$ влияет на морфологические особенности пыльцевых трубок, вызывая раздувание их кончиков. Тем самым показано многообразие способов воздействия АФК, что может играть важную роль в модуляции роста пыльцевых трубок в зависимости от их местонахождения в тканях женских репродуктивных органов растения.

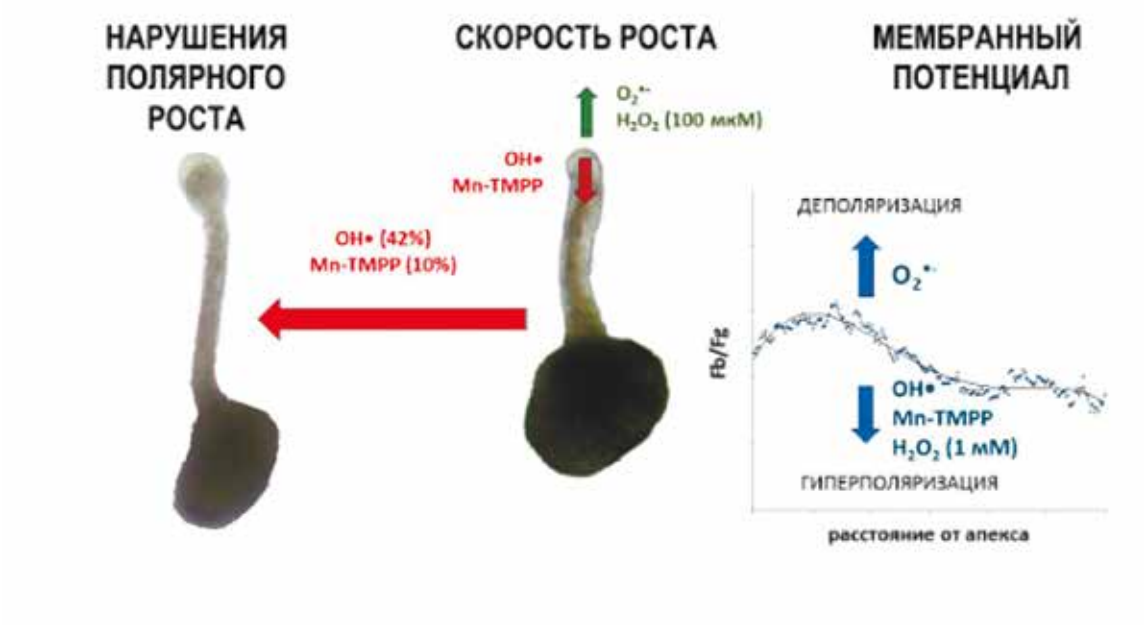
Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты 18-34-00979 мол-а; 19-04-00282)

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Breygina M.A. et al. Hydrogen peroxide affects ion channels in lily pollen grain protoplasts // Plant Biology (2016) 18:761–767. DOI: 10.1111/plb.12470

Возьмите на заметку:

$O_2^{-\cdot}$ вызывает деполяризацию мембраны и стимулирует рост пыльцевой трубки in vitro. H_2O_2 и $OH^{\cdot}$ вызывают гиперполяризацию и торможение роста. Исследованные АФК меняют картину градиента мембранного потенциала. $OH^{\cdot}$ вызывает раздувание кончиков трубок.



Редокс-зависимая реорганизация актинового цитоскелета в корне арабидопсиса под действием стрессовых и регуляторных воздействий

Пожванов Г.А., Шарова Е.И., Медведев С.С.

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-357

E-mail: g.pozhvanov@spbu.ru

Актиновый цитоскелет участвует в ориентации роста осевых органов растений относительно вектора гравитации, и его перестройки предшествуют изгибу гравистимулированных корней. В данной работе методом конфокальной микроскопии визуализировали *in vivo* расположение микрофиламентов (МФ) у трансгенных растений арабидопсиса *GFP-fABD2* и *Lifeact-Venus* в условиях 3D-клиностатирования, рандомизирующего ориентацию МФ в гравитационном поле. Вращение проростков в клиностате вызывало временную (≈ 20 ч) задержку роста, сопровождавшуюся подъемом уровня H_2O_2 в тканях, за которой следовало возобновление роста и снижение содержания H_2O_2 до значений ниже контрольных.

Корни дезориентированных растений росли в разных направлениях, были короче контрольных и сильно извивались. При вращении ориентация МФ в коре зоны растяжения корня изменялась с преимущественно аксиальной на более хаотичную, со значительной долей поперечных МФ. Уже через 30 мин после прекращения вращения аксиальная ориентация МФ восстанавливалась. Таким образом, дезориентированные растения испытывают стресс (остановка роста, генерация АФК), но затем адаптируются к новым условиям и продолжают развитие.

Работа поддержана РФФИ 17-04-00862.

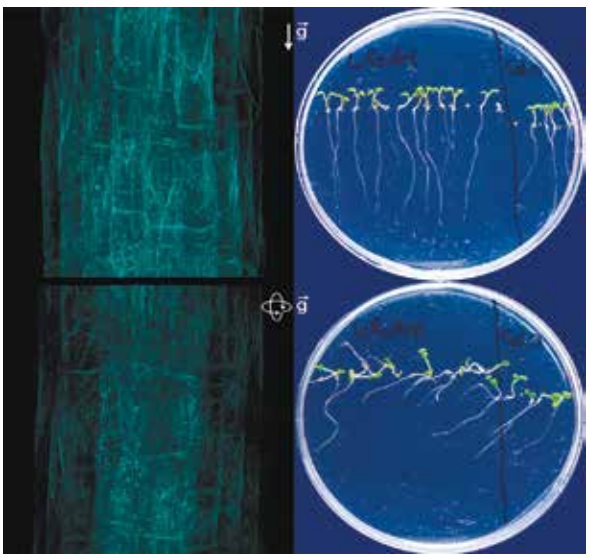
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Pozhvanov G.A. Visualization and analysis of actin cytoskeleton organization in plants // Biological Communications (2018) 63: 59-69. doi:10.21638/spbu03.2018.107

Пожванов Г.А., Гобова А.Е., Банкин М.П., Виссенберг К., Медведев С.С. Этилен вовлечён в реорганизацию актинового цитоскелета в ходе гравитропической реакции корней арабидопсиса // Физиология растений (2016) 63: 624-635. doi:10.1134/S1021443716050095

Возьмите на заметку:

В условиях 3D-клиностатирования, моделирующего микрогравитацию, в корнях проростков арабидопсиса актиновый цитоскелет рандомизирован, направление и характер роста корней изменены, повышена генерация АФК.



Функциональная избыточность протеаз S2P-семейства в формировании фотосинтетического аппарата у растения *Arabidopsis thaliana*

Пожидаева Е.С., Горшкова Д.С., Волошин Р.А., Воронков А.С., Пиотровский М.С., Гетман И.А.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-358
E-mail: alenapoj@mail.ru

В растениях *Arabidopsis thaliana* выявлены белки *AraSP* и *AtS2P,* являющиеся гомологами белков семейства сайт-2-протеаз (S2P) животных. Они участвуют в расщеплении трансмембранных доменов регуляторных белков, влияя, тем самым, на различные клеточные функции. Результаты наших исследований показали, что инактивация генов *ARASP* или *ATS2P2* у *Arabidopsis thaliana* не влияет на рост и развитие соответствующих трансгенных растений, поскольку одиночные мутанты *arasp* и *ats2p2* демонстрировали нормальный рост и развитие, сходные с диким типом Col-0. Однако, введение двойной мутации по генам *ARASP/ATS2P2* вызвало плейотропный эффект у трансгенных растений, характеризующийся в пониженном уровне белков фотосинтетических комплексов и нарушении светозащитных механизмов. Кроме этого, двойной мутант *arasp/ats2p2* демонстрировал медленное развитие цветоносного побега с формированием недоразвитых и стерильных стручков. Исходя из полученных результатов, мы предполагаем, что белки AraSP и AtS2P2 могут функционально дополнять друг друга и участвовать в процессах, связанных с формированием фотосинтетического аппарата растений. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-04-00043.

Роль генов CLV1 и TDR в развитии клубней картофеля (*Solanum tuberosum* L.)

Полюшкевич Л.О., Ганчева М.С., Додуева И.Е., Лутова Л.А.

СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-359
E-mail: soslowhoshi@gmail.com

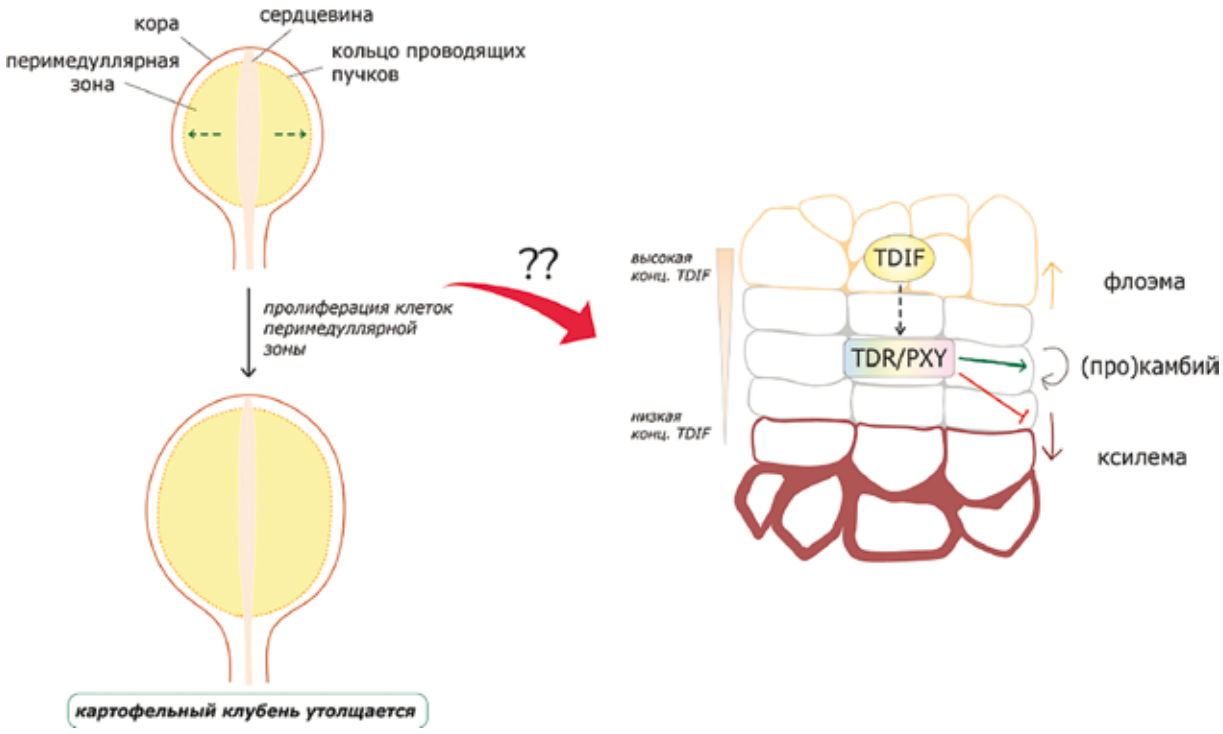
Известно, что межклеточная коммуникация реализуется посредством различных сигнальных путей (СП). К таковым у растений относятся пути CLE-WOX, регулирующие активность клеток различных меристем. Пептидные гормоны семейства CLE являются медиаторами в указанных путях, а рецепторные киназы (LRR-RKs) – их рецепторами. Учитывая имеющиеся данные, мы предположили, что рецепторы пептидов CLE, в частности CLAVATA1 и TRACHEARY ELEMENT DIFFERENTIATION INHIBITORY FACTOR RECEPTOR (TDR), могут принимать участие в утолщении запасающих органов побегового происхождения.

Объектом нашей работы является картофель, у которого мы идентифицировали 17 генов LRR-RK, предположительно участвующих в клубнеобразовании, из которых один ген кодирует рецептор CLV1 и два гена рецептор TDR (StTDR1 и StTDR2), проанализировали их структуру, провели филогенетический анализ и проанализировали уровни экспрессии с помощью ПЦР-РВ. На данный момент проводится трансформация картофеля конструкциями, содержащими ген GFP под контролем промоторов StCLV1, StTDR1, StTDR2, для локализации экспрессии изучаемых генов.

Данная работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-34-00020.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Ганчева М.С. и др. Пептидные гормоны растений // Физиология растений. – 2019. – Т. 66.



Влияние антимикробных пептидов растительного происхождения на фотосинтез регенерантов лиственницы, полученных путем соматического эмбриогенеза

Помыткин Н.С.[1], Пак М.Э.[1], Рогожин Е.А.[2], Гаевский Н.А.[3]

[1]ФГБУН "Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения РАН", Красноярск, Россия,
[2]ФГБУН "Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН", Москва, Россия,
[3]ФГАОУ ВПО "Сибирский федеральный университет", Красноярск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-360
E-mail: nspomytkin@yandex.ru

Обнаруженные в растениях антимикробные пептиды (АМП) подавляют патогенные грибы и бактерии и повышают устойчивость растений к другим стрессовым факторам. В работе исследована возможность повышения устойчивости проростков *Larix sibirica*, полученных путем клонального микроразмножения в культуре *in vitro*, к фотоингибированию с помощью АМП из щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.), чернушки посевной (*Nigella sativa* L.) и пырея удлиненного (*Elytrigia elongata* (Host) Nevski). Световую кривую нециклического транспорта электронов регистрировали с помощью IMAGE-PAM maxi (Walz, Germany). Наблюдаемое снижение скорости электронного транспорта при световом потоке > 200–300 мкмоль квантов $\times м^{-2} \times с^{-1}$ указывает на наличие эффекта фотоингибирования. Все исследованные соединения снижали эффект фотоингибирования фотосинтеза у проростков *L. sibirica*. Наибольшую биологическую активность показали пептиды щирицы, меньшую – пептиды чернушки, слабую – пептиды пырея. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, Правительства Красноярского края, ККФПНиНТД в рамках научного проекта № 18-44-243004.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Рогожин Е.А. и др. Характеристика белково-пептидного экстракта семян мари белой (Chenopodium album L.): изучение компонентного состава, антимикробных и анальгетических свойств // Антибиотики и химиотерапия (2017) 62(9-10): 3-8.

Третьякова И.Н., Пак М.Э. Соматический полиэмбриогенез Larix sibirica в эмбриогенной культуре in vitro // Онтогенез (2018) 49(4): 251-263. doi: 10.1134/S0475145018010068

Эндоплазматический ретикулум: стресс от стресса

Пономарева А.А., Дмитриева С.А., Минибаева Ф.В.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-361
E-mail: na.ponomareva@mail.ru

Эндоплазматический ретикулум (ЭР) - стресс-чуствительная органелла, которая регулирует адаптивные реакции и запуск ПКС. Процесс нарушения фолдинга и накопление неправильно свернутых белков в ЭР получил название «стресс эндоплазматического ретикулума». Нами обнаружены морфологические изменения ЭР в условиях окислительного стресса при действии параквата, LiCl, салициловой кислоты и спермина в высокой концентрации. Показано что при действии всех индукторов происходят сходные изменения ультраструктуры ЭР. По сравнению с клетками контрольных растений ЭР образует более протяженную разветвленную сеть. В цитоплазме образуются кластеры из плотно упакованных каналов ЭР. Локально расширяется просвет каналов и перинуклеарного пространства, а также области контакта с плазмалеммой. Возрастает количество мелких вакуолей, мультивезикулярных телец. Ранее нами была показана активация аутофагии в клетках при действии прооксидантов, что также затрагивает работу ЭР. Выявленные преобразования ЭР отражают изменения его функциональной нагрузки при окислительном стрессе и, вероятно, характеризуют состояние «стресса ЭР» на морфологическом уровне.

Работа поддержана грантом РФФИ № 17-04-01562.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

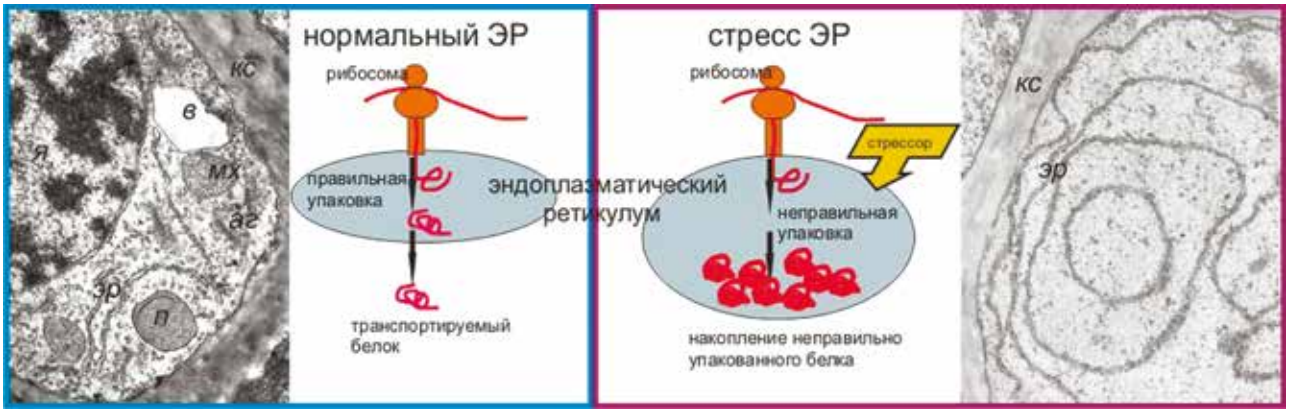
F. Minibayeya et al. Oxidative stress-induced autophagy in plants: The role of mitochondria // Plant Physiology and Biochemistry (2012) 59:11-19. doi:10.1016/j.plaphy.2012.02.013

S.A. Dmitrieva et al. Spermine induces autophagy in plants: possible role of NO and reactive oxygen species. // Doklady Biochemistry and Biophysics. 2018. V. 483. pp. 341–343. doi: 10.1134/S1607672918060121

Возьмите на заметку:

ЭР в условиях окислительного стресса в клетках растений проявляет вариативность в изменении морфологии и пространственной организации.

Длительный стресс ЭР приводит к гибели клеток.



Особенности адаптации к зимнему стрессу и эффект накопления пролина у озимых злаков

Пономарева М.Л., Пономарев С.Н.

Татарский НИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-362
E-mail: smponomarev@yandex.ru

Для условий России актуальным направлением являются комплексные исследования адаптации растений и поддержание ими устойчивого состояния на протяжении длительного действия зимних стрессовых факторов. В различных экологических и генетических средах были последовательно обнаружены три QTL на хромосомах 4R, 5R и 7R, которые значительно повышают морозостойкость ржи.

Реакцией на стрессовые воздействия в течение осеннее-зимнего периода служат изменения клеточного метаболизма. Пролин является многофункциональной аминокислотой, накапливающейся в высоких концентрациях в ответ на различные абиотические стрессы. Показано, что у разных озимых культур дифференциация по данному показателю наблюдается в различные периоды перезимовки и связана с генетическими особенностями изученных сортов. Наиболее чувствительной культурой к зимнему стрессу оказалась озимая пшеница, у которой содержание пролина на протяжении зимнего периода увеличивалось. Среди изученных сортов и гибридов озимой ржи выделились 3 отличающиеся между собой группы. Концентрация пролина в листьях озимой тритикале приближалась к значениям озимой ржи, а по динамике накопления – к озимой пшенице.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Wiltrud E. et al. Exploring new alleles for frost tolerance in winter rye// Theoretical and Applied Genetics (2017), 130(10): 2151–2164.doi: 10.1007/s00122-017-2948-7

Пономарев С.Н., Гильмуллина Л.Ф., Пономарева М.Л. и др. Динамика содержания пролина и легкорастворимых углеводов у сортов озимой тритикале в зимний период// Земледелие (2015) 8: 42-45

Возьмите на заметку:

В процессе эволюции у разных видов озимых культур сформировались неодинаковые физиологические механизмы адаптации к различным видам стресса, которые включают накопление некоторых метаболитов.

Клонирование и гетерологичная экспрессия АТФаз Р-типа из морских зеленых микроводорослей

Попова Л.Г.[1], Маталин Д.А.[1], Храмов Д.Е.[1], Шувалов А.В.[1], Юрченко А.А.[2], Беляев Д.В.[1], Карпычев И.В.[1]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия,
[2]Центр геномной биоинформатики им. Ф.Г. Добржанского Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-363

E-mail: lora_gp@mail.ru

В плазмалемме морской микроводоросли *Dunaliella maritima* функционирует Na+-АТФаза Р-типа, которая отвечает за Na+-гомеостаз у этого организма. С целью идентификации у *Dunaliella* гена Na+-АТФазы был проанализирован транскриптом микроводоросли *D. tertiolecta*. Поиск *in silico* в собранном *de novo* транскриптоме не обнаружил АТФаз, сходных с известными Na+-АТФазами. Среди прочих АТФаз Р-типа были выявлены два фермента, сходных с H+-АТФазами. Зная идентифицированные *in silico* последовательности транскриптов этих ферментов, из *D. maritima* клонировали соответствующие полноразмерные последовательности двух АТФаз, *Dm*HA1 и *Dm*HA2. Методом qRT-PCR исследовали экспрессию *Dm*HA1 и *Dm*HA2 в условиях гиперосмотического солевого шока. Резкое повышение концентрации NaCl в среде приводило к существенному увеличению экспрессии *Dm*HA2 и подавлению экспрессии *Dm*HA1. Эти данные показывают, что АТФаза *Dm*HA2 вовлечена в Na+ гомеостатирование клеток *D. maritima* и, возможно, является искомым Na+-транспортирующим ферментом. Для подтверждения функционирования белка *Dm*HA2 как Na+-АТФазы проводятся эксперименты по гетерологичной экспрессии этого фермента в дрожжевом мутанте, лишенном систем экспорта Na+ из клеток.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Popova L.G., et al. In silico analysis of transcriptomes of the marine microalga Duinaliella tertiolecta: identification of sequences encoding P-type ATPases // Molecular Biology (2018) 52: 520 – 531. doi: 10.1134/S0026893318040167

Popova L.G., et al. Functional identification of electrogenic Na+-translocating ATPase in the plasma membrane of the halotolerant microalga Dunaliella maritima. // FEBS Letters (2005) 579: 5002 – 5006. doi: 10.1016/j.febslet.2005.07.087

Окислительно-восстановительные системы глутатиона и аскорбиновой кислоты центральной вакуоли. Сравнение редокс-систем глутатиона и аскорбиновой кислоты вакуолей и пластид клеток корнеплодов столовой свеклы

Прадедова Е.В., Нимаева О.Д., Саляев Р.К.

ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-364
E-mail: praded65@mail.ru

Глутатион (GSH) и аскорбиновая кислота (АК) обнаружены во многих компартментах растительной клетки, включая центральную вакуоль. Однако редокс-состояние этих соединений так же, как ферменты, взаимодействующие с ними, в вакуолях мало исследованы. Мы определили содержание глутатиона и аскорбиновой кислоты, их редокс-состояние и восстановительный потенциал (Eh) в вакуолях, и для сравнения пластидах, корнеплодов столовой свеклы (*Beta vulgaris* L.). Содержание окисленного глутатиона (GSSG) и дегидроаскорбиновой кислоты (ДАК) в вакуолях было выше, чем в пластидах. Как следствие, для вакуолей величины GSH/GSSG и АК/ДАК были ниже, а величины Eh для пар глутатиона и аскорбиновой кислоты были менее отрицательными. Более окисленное состояние глутатиона и аскорбиновой кислоты (основных редокс-маркеров клетки) свидетельствовало о преобладании окислительных процессов в вакуолярном компартменте. В вакуолярном содержимом мы выявили ферменты, взаимодействующие с этими редокс-соединениями как субстратами. Глутатион мог служить субстратом для глутатион-S-трансфераз, глутатионредуктазы и фенольных пероксидаз, а аскорбиновая кислота – для фенольных пероксидаз, аскорбатпероксидазы и аскорбатоксидазы.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Прадедова Е.В., Нимаева О.Д. и др. Глутатион в интактных вакуолях. Сравнение пула глутатиона изолированных вакуолей, пластид и митохондрий клеток корнеплодов столовой свеклы // Физиология растений (2018) 65: 101-110. doi:10.7868/S0015330318020021

Прадедова Е.В., Нимаева О.Д. и др. Глутатионтрансферазная активность вакуолей, пластид и экстрактов ткани корнеплодов столовой свеклы // Биологические мембраны. (2016) 33: 140-149. doi:10.7868/S0233475516020092

Возьмите на заметку:

Основную функцию центральной вакуоли, аккумулирующей GSSG и ДАК, видели в утилизации этих и других потенциальных окислителей. Наличие в ней GSH, АК и взаимодействующих с ними ферментов, свидетельствует о функционировании соответствующих редокс-систем

Особенности эколого-физиологической реакции древесных растений европейской территории России в условиях гетерогенной среды

Придача В.Б., Сазонова Т.А., Новичонок Е.В.

Институт леса — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-365

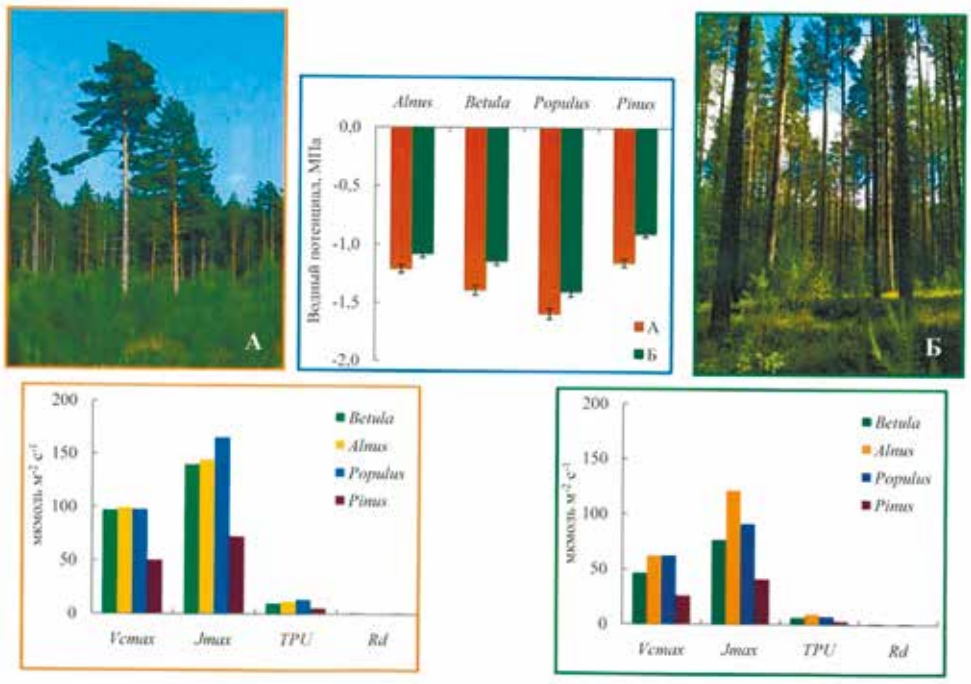
E-mail: pridacha@krc.karelia.ru

Диапазон экологических последствий антропогенной динамики лесов вследствие их вырубки, изменения структуры землепользования, загрязнения воздуха и почвенных вод очень широк. Метаболический отклик на воздействие факторов среды у отдельных видов растений зависит как от интенсивности и направленности этих воздействий, так и от физиологических характеристик самих растений. В этой связи межвидовая оценка адаптивного потенциала растений представляет особую ценность при прогнозировании возможного отклика как отдельного вида, так и лесной экосистемы в целом на изменения природной среды и климата. Проведенное исследование влияния гетерогенной среды на показатели углеродного, водного и минерального обмена хвойных и лиственных видов древесных растений в условиях вырубки и полога сосняка черничного свежего выявило более высокую функциональную активность исследуемых видов для комплекса микроклиматических условий на вырубке. Вместе с тем, установлена более высокая интенсивность обменных процессов лиственных видов по сравнению с хвойными как на вырубке, так и в условиях древостоя. Работа выполнена в рамках государственного задания КарНЦ РАН и при финансовой поддержке РФФИ (грант 17–04–01087-а).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Придача В.Б. и др. Структурно-функциональные особенности растений рода Betula L. на ранних этапах онтогенеза // Известия РАН. Серия биологическая (2017) 2: 114–119. doi: 10.7868/S0002332917020163.

Сазонова Т.А. и др. Влияние водного дефицита хвои сосны обыкновенной на фотосинтез в условиях достаточного почвенного увлажнения // Лесоведение (2017) 4: 311–318. doi: 10.7868/S0024114817040076.



Метаболомные и молекулярно-генетические аспекты трофической адаптации мутантов *Chlamydomonas reinhardtii*

Пузанский Р.К., Шишова М.Ф.

ФГБО ВО "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-366
E-mail: puzansky@yandex.ru

Одноклеточная зелёная водоросль *Chlamydomonas reinhardtii* способна усваивать ацетат. Для анализа трофической адаптации были использованы штаммы с нарушениями фотосинтеза и дыхания. Максимальная скорость роста при миксотрофии показана для клеток дикого типа (штамм cc-124), близкие значения наблюдали при нарушениях фиксации CO_2: мутациях генов фосфорибулокиназы (cc-981), Рубиско активазы (cc-4666), а также компонентов ЭТЦ митохондрий (cc-3400). Мутация по гену изоцитратлиазы (LMJ.RY0402.085001), приводила к двукратному снижению роста клеточной плотности. Наибольшее снижение скорости роста наблюдали при нарушениях фототрофии: мутациях генов пластидной АТФ синтазы (cc-440) и белков ФСII (cc-4141). Таким образом, при миксотрофии источником углерода являлся ацетат, а энергии — свет. Анализ методом ГХ-МС выявил связь метаболома с возрастом и генетическим статусом клеток. ПЦР в реальном времени выявила снижение экспрессии генов цитратсинтаз *CIS1,2,* пластидных транспортеров *OMT1, APE2* и *AAA1,* а также *RBCS1* при старении. Уровень экспрессии различался при различных типах мутациях.

Работа частично поддержана грантами РФФИ № 18-04-00157 и 19-04-00655.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Puzanskiy, R., Tarakhovskaya, E., Shavarda A., Shishova M. Metabolomic and physiological changes of Chlamydomonas reinhardtii (Chlorophyceae, Chlorophyta) during batch culture development // J Appl Phycol 2018, 30:803. DOI: 10.1007/s10811-017-1326-9

Puzanskiy R., Romanyuk D., Shishova M. Coordinated alterations in gene expression and metabolomic profiles of Chlamydomonas reinhardtii during batch autotrophic culturing // Biol Comm 2018, 63:1, 87-99. DOI: 10.21638/spbu03.2018.110

Активность щелочной фосфатазы и интенсивность процесса фотофосфорилирования у *Solanum tuberosum* в условиях деструкции тубулинового цитоскелета

Пузина Т.И., Макеева И.Ю., Власова Н.С.

ФГБОУ ВО "Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева", Орёл, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-367
E-mail: tipuzina@gmail.com

Исследовали активность щелочной фосфатазы, регулирующей углеводный обмен, интенсивность нециклического фотофосфорилирования и содержание фосфора в листьях картофеля в зависимости от структурного состояния тубулинового цитоскелета. Деструктурирующий агент микротрубочек 1 мМ раствор колхицина («Fluka», Швейцария) на 23% активизировал работу щелочной фосфатазы и значительно (на порядок) снижал интенсивность фотофосфорилирования. В результате в 1.5 раза увеличилось содержание фосфора. Деструкция микротрубочек колхицином, как было показано нами ранее, является фармакологическим стрессом. В этих условиях увеличилось содержание абсцизовой кислоты в листьях, которая, как известно, вызывает синтез протекторных белков, защищающих ферменты от действия стрессора. Возможно, это явилось одной из причин повышения активности щелочной фосфатазы. В то же время известно, что абсцизовая кислота отрицательно влияет на синтез АТФ как в процессе окислительного, так и фотофосфорилирования. Другой причиной ингибирования фотофосфорилирования, по-видимому, является нарушение целостности цитоскелет-мембранного комплекса под действием колхицина.

Физиолого-биохимические особенности индикаторного вида лишайника *Parmelia sulcata* Taylor в условиях эмиссии аммиака

Пунгин А.В., Федураев П.В., Чайка К.В.

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», Калининград, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-368
E-mail: APungin@kantiana.ru

В последние десятилетия изменился качественный характер загрязнения атмосферного воздуха: снизилась эмиссия кислотных поллютантов и возросла азотсодержащих, что определяет актуальность изучения функционирования лишайников в условиях эвтрофикации воздуха. В Калининградской области на 16 модельных территориях проведен отбор 77 проб *P. sulcata*. Эмиссия аммиака (NH_3) определялась адсорбционным методом пассивного сбора (Radiello RAD168); содержания хлорофиллов (*Chl* a и *Chl* b) – спектрофотометрически (Shimadzu UV-3600); содержания азота (*N*) – на элементном анализаторе Elementar Vario EL cube. Максимальная концентрация NH_3 установлена в Калининграде (5,18±0,48 мкг/м^3), при этом наблюдалось высокое содержание *Chl a* (3,7±0,4 мг/г), *Chl b* (0,8±0,1 мг/г) и *N* (2,8±0,3%). При минимальной концентрации NH_3 (1,15±0,24 мкг/м^3) – на удалении от источников выбросов, выявлено более низкое содержание *Chl a* (1,0±0,1 мг/г), *Chl b* (0,3±0,1 мг/г) и *N* (0,9±0,1%) в талломе. Выявлены сильные положительные корреляционные связи ($r \geq 0,7$; $p \leq 0,01$) между содержанием NH_3 и физиолого-биохимическими параметрами *P. sulcata*. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00149.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

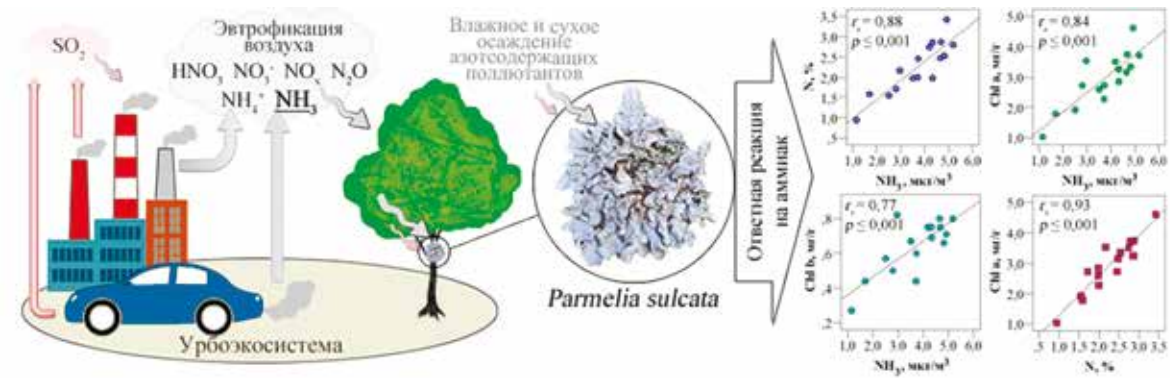
Pungin A. et al. Biomonitoring the effects of eutrophication in Kaliningrad (Russia) with lichens and tree barks. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft (2017) 77(4): 137-142.

Pungin A.V., Parfenova D.A. Bioindicative role of Parmelia sulcate Taylor photosynthetic pigments in conditions of reactive nitrogen atmospheric pollution // Proceedings of IV (XII) International Botanical Conference of Young Scientists in Saint-Petersburg (2018): 134.

Возьмите на заметку:

Увеличение хлорофилла a является ответной реакцией на увеличение содержания азота в талломе пропорционально эмиссии аммиака.

Для биоиндикационных исследований перспективно использовать в качестве тест-системы содержание хлорофилла a в *P. sulcata.*



Алгоритм расчета фитогормонов, основанный на вычислении корневых экзометаболитов и индексов их фрактальной когерентности

Пухальский Я.В.[1], Лоскутов С.И.[1], Шапошников А.И.[2], Воробьев Н.И.[2], Кожемяков А.П.[2]

[1]ООО НПО "БиоЭкоТех", Санкт-Петербург, Россия,
[2]ФГБНУ ВНИИСХМ, Санкт-Петербург – г. Пушкин, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-369
E-mail: puhalskyyan@gmail.com

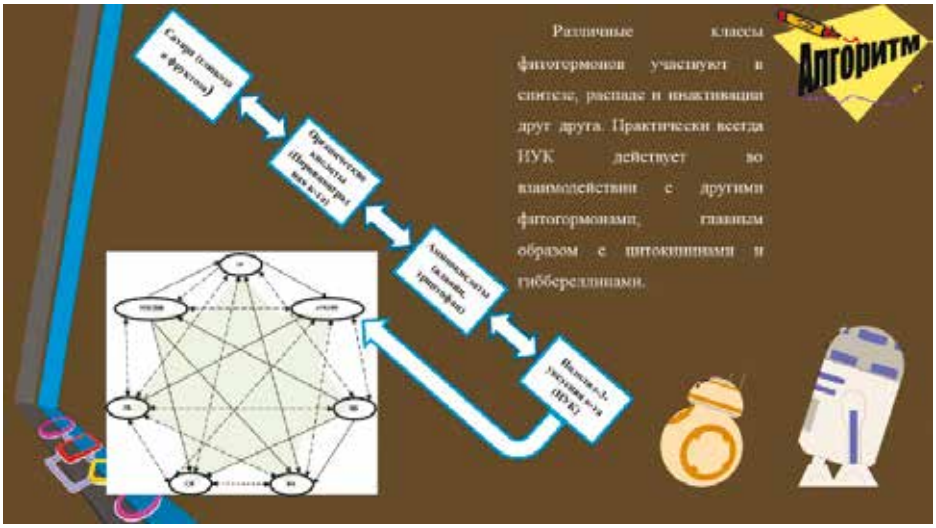
Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды определяется балансом фитогормонов формирующих их иммунную систему. Помимо традиционных методов анализа фитогормонов в динамике, нами предложен алгоритм их расчёта, позволяющий не прибегать к разрушению растительных тканей. Анализ может быть проведен в ризотроне, и связан с измерением качественного и количественного состава его низкомолекулярных корневых экзометаболитов, таких как сахара. Так как из них синтезируются оргкислоты, которые впоследствии присоединив аммиак, превращаются в аминокислоты, являющие предшественниками фитогормонов-ауксинов, можно оценивать сахара как важнейший показатель биохимического состава и физиологического состояния вегетирующих растений. А поскольку практически всегда ауксины действует во взаимодействии с другими фитогормонами, через введенные коэффициенты можно также рассчитать изменения и в их балансе тоже.

В дополнение, в алгоритм разработанного программного обеспечения может быть встроен модуль, предназначенный для вычисления величин фрактальных индексов когерентности экссудатов, позволяющий дать характеристику уровня физиологической согласованности процесса выделительной функции у растений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Воробьёв Н.И., Пухальский Я.В., Свиридова О.В., Пищик В.Н., Белимов А.А. Программа ЭВМ вычисления фрактального индекса экссудации растениями сахаров, органических кислот и аминокислот. Свидетельство №2018614119 от 02.04.2018.

Шапошников А.И., Пухальский Я.В., Кравченко Л.В., Белимов А.А. Роль корневой экссудации в трофических взаимодействиях растений с ризосферными микроорганизмами. Информ-Навигатор. Спб. 2016. 104.



Роль калия в индукции автофагии при солевом стрессе у *Arabidopsis thaliana*

Рабаданова К.К., Тютерева Е.В., Добрякова К.С., Войцеховская О.В.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-370
E-mail: crabadanova@binran.ru

Автофагия является необходимой составляющей клеточного стрессового ответа и адаптации к неблагоприятным факторам. Развитию автофагии в ответ на солевой стресс предшествует выход из клеток ионов K+, но механизм данной взаимосвязи до конца не выяснен. TOR-киназа — один из важнейших переключателей ана- и катаболических процессов у эукариот. Если активность TOR зависит от обеспеченности клетки K+, это может прояснить механизм запуска автофагии при стрессе. В данной работе мы исследовали зависимость активности TOR от концентрации K+ в среде выращивания. Использовали линии *Arabidopsis thaliana* со сверхэкспрессией субстрата TOR-киназы – S6K. Сравнивали общее содержание белка S6K и относительное содержание его фосфорилированной формы. Также сравнивали интенсивность активации автофагии в экотипах Col-0 и Ws-0 *A. thaliana* с различной солеустойчивостью: в корнях растений, подверженных солевому стрессу, подсчитывали число автофагосом и определяли уровни экспрессии генов *AtATG* и *AtGORK*. Для выявления роли калиевых каналов GORK – сайтов утечки K+ из клеток – в солеустойчивости экотипов анализировали мутанты-нокауты *gork* обоих экотипов в тех же условиях.

Исследования поддержаны РНФ №18-16-00074.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

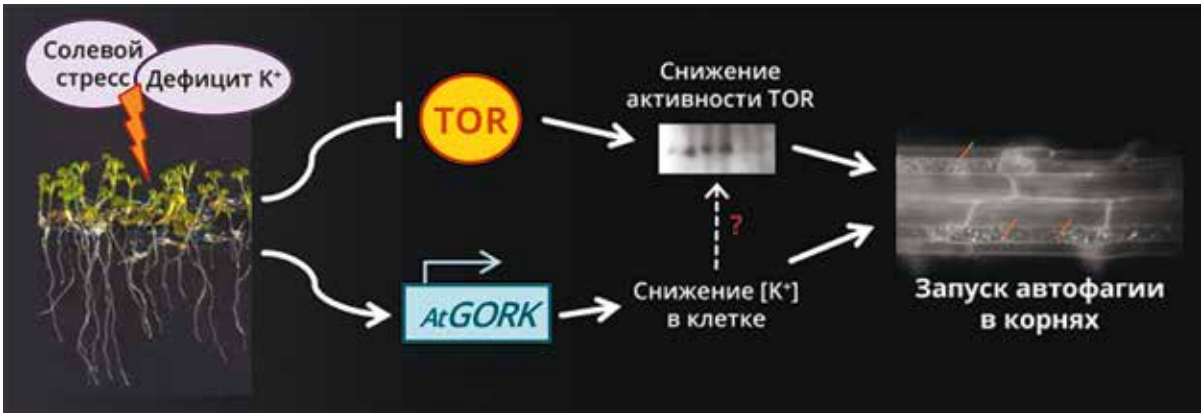
Рабаданова К.К. и др. Клеточные и молекулярные механизмы контроля автофагии: потенциал для повышения стрессоустойчивости и продуктивности культурных растений // Сельскохозяйственная биология (2018) 53 (5): 881-896. doi: 10.15389/agrobiology.2018.5.881rus.

Demidchik V. et al., The role of ion disequilibrium in induction of root cell death and autophagy by environmental stresses // Funct. Plant Biol. (2017) 45 (1): 28-46. doi: 10.1071/FP16380.

Возьмите на заметку:

Впервые исследовали возможность регуляции автофагии уровнем клеточного K+ через TOR-сигнальный путь.

Впервые предположили, что различия в уровне автофагии при солевом стрессе у экотипов *A. thaliana* вызваны различиями в уровне экспрессии GORK.



Трансгенные растения табака, содержащие ген синтеза холиноксидазы, обладают повышенной устойчивостью к воздействию солей натрия

Ралдугина Г.Н.[1], Гулевич А.А.[2], Карпычев И.В.[1], Богоутдинова Л.[2], Баранова Е.Н.[2]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия,
[2]ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-371

E-mail: raldugina42@mail.ru

Одна из стратегий защиты растений от действия абиотических стрессов - создание трансгенных растений с генами синтеза осмопротекторов, в частности глицинбетаина (ГБ). ГБ синтезируется у организмов из глицина или из холина двумя различающимися метаболическими путями. У бактерии *Arthrobacter globiformis* для синтеза ГБ требуется один фермент холиноксидаза (COD). Нами была создана генетическая конструкция с геном codA под контролем промотора CaMV35S. Ген трансляционно слит с сигнальной последовательностью из гена малой субъединицы РБФК томата, кодирующей транзитный пептид, направляющей COD в хлоропласт, где холин - субстрат синтеза глицинбетаина - наиболее доступен для холиноксидазы. Этой конструкцией трансформированы растения табака и изучены физиолого-морфологические изменения трансгенов при воздействии NaCl и Na_2SO_4. Показано, что растения с экспрессией *codA* были более устойчивы по сравнению с контролем (нетрансгенными растениями), имея лучшие физиолого-биохимические показатели, а также большую развитость корней и побегов. В дальнейшем планируется изучение взаимодействия этих растений с почвенной микробиотой.

Работа поддержана грантом РФФИ-а 19-016-00207

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Krasavina MS et al. The role of carbohydrates in plant resistance to abiotic stresses //Emerging technologies and management of crop stress tolerance// Academic Press, 2014. 229-270. 10.1016/B978-0-12-800876-8.00011-4

Gulevich, AA et al. Application of a System for Targeting Fe-Dependent Superoxide Dismutase and Choline Oxidase Enzymes to Chloroplast as a Strategy for Effective Plant Resistance to Abiotic Stresses// Rus Agri.Sci, (2018) 44(2),118-123. 10.3103/S1068367418020076

Возьмите на заметку:

Растения с экспрессией *codA* более устойчивы по сравнению с контролем, имея лучшие физиолого-биохимические показатели, а также большую развитость корней и побегов. В дальнейшем планируется изучение взаимодействия этих растений с почвенной микробиотой.

Меланины лишайников *Cetraria islandica* и *Pseudevernia furfuracea*: особенности строения и пути биосинтеза

Рассабина А.Е., Гурьянов О.П., Минибаева Ф.В.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-372

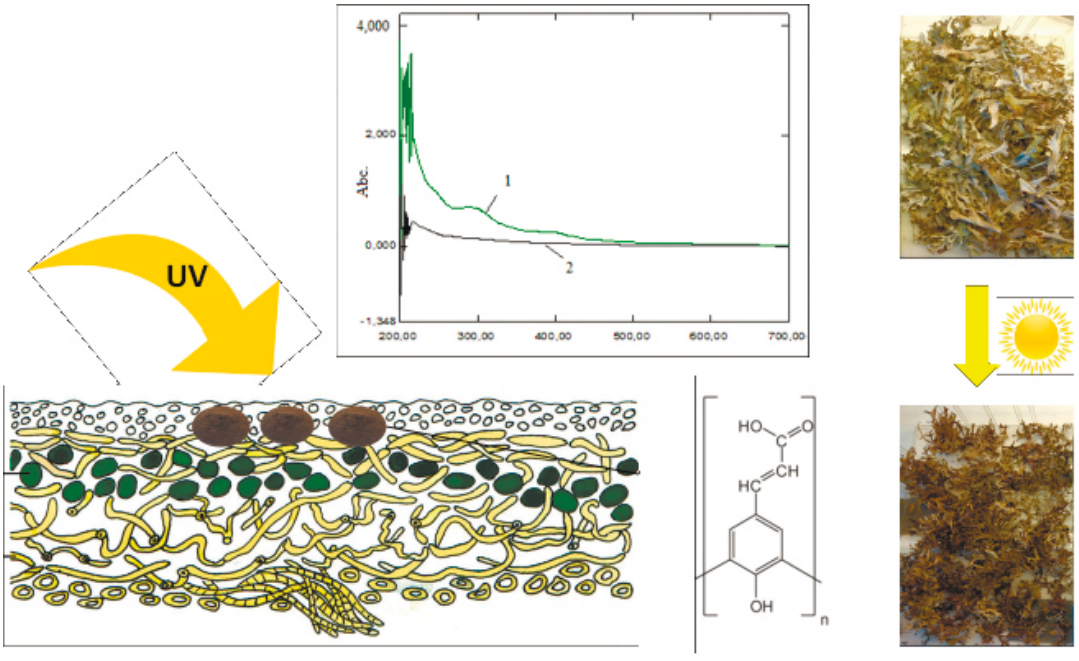
E-mail: AERassabina@yandex.ru

Лишайники являются симбиотическими фотосинтезирующими организмами, в состав которых входит гриб (микобионт) и водоросль (фотобионт). Благодаря симбиозу лишайники обладают способностью существовать в крайне неблагоприятных условиях, в том числе гиперинсоляции. Лишайники способны выдерживать УФ облучение благодаря защитному пигменту меланину - высокомолекулярному полимеру фенольной и индольной природы. Отсутствие в литературе систематических данных о свойствах и биологической активности меланинов лишайников побудило нас к проведению работы по идентификации и анализу свойств меланинов в лишайниках *Cetraria islandica* и *Pseudevernia furfuracea*. Существуют различные пути синтеза меланина, приводящие к образованию разных типов меланина. Нами установлено наличие в данных видах лишайников алломеланина, элементный состав которого характеризуется отсутствием N или S. ИК-спектроскопический анализ выявил наличие ароматических и алифатических групп в алломеланине лишайников. Подтверждены фотопротекторные свойства меланинов в УФ-диапазоне. Таким образом, алломеланины могут вносить вклад в защиту лишайников *C. islandica* и *P. furfuracea* от УФ облучения.

Возьмите на заметку:

Лишайники способны выдерживать УФ облучение благодаря защитному пигменту меланину -высокомолекулярному полимеру фенольной и индольной природы.

Меланин - водонерастворимый полимер, хорошорастворимый в щелочах, поливинилпирролидоне.



Роль пролина у промежуточного C_3-C_4вида *Sedobassia sedoides* в процессе адаптации к условиям засухи и засоления

Рахманкулова З.Ф., Боровков А.М., Шуйская Е.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-373
E-mail: zulfirar@mail.ru

Исследовали влияние слабого (–0.3 МПа) и умеренного (–0.6 МПа) засоления и аналогичного по осмотическому потенциалу ПЭГ-индуцированного осмотического стресса на содержание пролина, Na+ и K+, интенсивность роста в побегах растений двух экотипов С3–С4 ксерогалофита *Sedobassia sedoides*. Растения выращивали из семян, собранных в двух популяциях (П1 и П2) одной климатической зоны Южного Урала, которые отличаются по подтипу фотосинтеза: П1 - прото-кранц тип (переходный от C_3- к C_2-фотосинтезу); П2 - C_2-фотосинтез (с фотодыхательным CO_2 концентрирующим механизмом) и по продуктивности: биомасса надземной части растений П1 была в 10 раз больше, чем у растений из П2. Установлено, что растения обоих экотипов были неустойчивы к водному дефициту и по-разному реагировали на условия засоления. Высказано предположение, что у обоих экотипов в условиях осмотического стресса пролин при недостатке ионов в среде выращивания и в тканях растений является одним из осмолитов и показателем стрессированности растений. У представителей малопродуктивного и неустойчивого экотипа П2 в условиях засоления, пролин участвует в балансировке клеточного осмотического потенциала в связи со значительным накоплением Na+.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Рахманкулова З.Ф., Шуйская Е.В., Воронин П.Ю., Веливецкая Т.А., Игнатьев А.В., Усманов И.Ю. Роль фотодыхания и циклического транспорта электронов в эволюции С4 фотосинтеза на примере промежуточного C_3-C_4 вида Sedobassia sedoides // Физиология растений (2018) 65:232-240

Рахманкулова З. Ф. Фотодыхание: роль в продукционном процессе и в эволюции С4 растений // Физиология растений (2018) 65:163-180

Молекулярно-генетический анализ лесных древесных культур, полученных методом микроклонального размножения

Ржевский С.Г., Гродецкая Т.А., Табацкая Т.М., Машкина О.С., Федулова Т.П.

ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии", Воронеж, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-374
E-mail: slavaosin@yandex.ru

В данной работе представлены результаты молекулярно-генетического анализа двух клонов карельской березы *Betula pendula* var. *carelica*, высаженных в питомник после длительного хранения в культуре *in vitro* («Ia» и «Тр») высокоствольной формы, высаженных в лесопитомник (*ex vitro*) после различной длительности культивирования *in vitro* (1 год, 5 лет и 11 лет).

В результате исследования установлено, что клоны «Ia» и «Тр» проявляют различие в генетической структуре по локусам L7.4, L4.4, L3.4 и L2.3., что позволяет сделать вывод об их различном происхождении.

У рамет одного клона, различного срока хранения, не было выявлено изменений по всем изученным локусам, что свидетельствует об отсутствии существенных генетических изменений в ходе длительного культивирования *in vitro*.

Кроме того, подтверждена перспективность применения 4-х микросателлитных локусов (L7.4, L4.4, L3.4, L2.3), которые оказались наиболее информативными для идентификации изученных клонов карельской березы.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Т.А. Покусина, С.Г. Ржевский, Т.П. Федулова, Т.М. Табацкая, О.С. Машкина Идентификация генотипов Betula Pendula Roth. var. Carelica И Betula Pubescens Ehrh. с использованием микросателлитных маркеров /Вестник воронежского государственного университета, 2018 вып. 3 - С 121-128.

Возьмите на заметку:

У рамет одного и того же клона различного срока храненения не было выявлено изменений по всем изученным локусам, что свидетельствует об отсутствии существенных генетических изменений в ходе длительного культивирования *in vitro.*

Харпино-подобные защитные пептиды семян черного тмина *(Nigella sativa* L.)

Рогожин Е.А.[1,2]

[1]ФГБУН "Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН", Москва, Россия, [2]ФГБНУ Научно-исследовательский Институт по изысканию новых антибиотиков имени Г.Ф. Гаузе, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-375

E-mail: rea21@list.ru

Защитные пептиды являются неотъемлемыми компонентами врожденного иммунитета растений к стрессовым факторам биотической природы. Расширение имеющихся знаний об их структурном разнообразии и спектре биологической активности с фундаментальной точки зрения позволит сформировать более полное представление о молекулярных инструментах такой защиты. Черушка посевная (*Nigella sativa*) - дикорастущее растение, распространенное в странах Ближнего Востока, издавна используется в народной медицине как источник метаболитов, обладающих антимикробными, болеутоляющими и противоопухолевыми свойствами. В серии наших предыдущих исследований показано, что семена данного растения являются богатым источником белков и пептидов с разнообразными функциональными свойствами: антимикробными, противоопухолевыми и инсектотоксическими. Последние эксперименты позволили установить присутствие в них нового подсемейства харпино-подобных пептидов с уникальным расположением шести остатков цистеина, образующих три дисульфидных моста. Данные по спектру антимикробной активности выявили его преимущественное действие на фито- и условно-патогенные мицелиальные грибы.

Работа поддержана грантом РФФИ №18-34-20058-мол_а_ вед.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Rogozhin E., Zalevsky A., Mikov A. et al. Characterization of hydroxyproline-containing hairpin-like antimicrobial peptide EcAMP1-Hyp from barnyard grass (Echinochloa crusgalli L.) seeds: Structural identification and comparative analysis of antifungal activity // Int J Mol Sci (2018) 19: 3449.

2. Рязанцев Д.Ю., Рогожин Е.А., Цветков В.О. и др. Разнообразие харпино-подобных защитных пептидов семян ежовника (Echinochloa crusgalli L.) // Доклады Академии Наук (2019) 484 (1): 104-106.

Возьмите на заметку:

В сообщение планируется осветить новую группу анионных защитных пептидов семян черного тмина, не имеющих структурной гомологии ни с одним из ранее известных типов пептидов.

Влияние ионов Cd^{2+} на параметры фотосинтетического аппарата и липидный профиль гаолфита *Suaeda salsa*

Розенцвет О.А., Нестеров В.Н., Богданова Е.С., Розенцвет В.А.

ФГБУН "Институт экологии Волжского бассейна РАН", Тольятти, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-376
E-mail: olgarozen55@mail.ru

Загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ) – серьезная экологическая проблема. Галофит *Suaeda salsa* способен произрастать на почвах, загрязненных ТМ, являясь потенциальным фиторемедиантом. Реакции фотосинтетического аппарата (ФА) и состояние мембран – важных составляющих адаптационного потенциала, у растений галофитов на действие ТМ мало изучены. *S. salsa* выращивали в песчаной культуре. К опытным растениям в течение 10 дней добавляли раствор $Cd(NO_3)_2$ до достижения концентрации 200 мкМ. Влияние Cd^{2+} на растения оценивали по параметрам мезоструктуры листа и липидам мембран хлоропластов. Внесение ионов Cd^{2+}в корнеобитаемую среду приводило к снижению оводненности листьев, сопровождалось снижением общего количества клеток мезофилла, увеличением их объема и площади поверхности. При увеличении числа хлоропластов их объем и площадь поверхности снижались. В пигментном фонде снижалась доля Хл a. В составе мембранных липидов отмечено снижение содержания МГДГ, соотношения МГДГ/ДГДГ, увеличение индекса ненасыщенности жирных кислот. Следовательно, механизмы устойчивости к действию ТМ у галофитов реализуются за счет изменений параметров мезофилла и липидного профиля фотосинтетических мембран.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

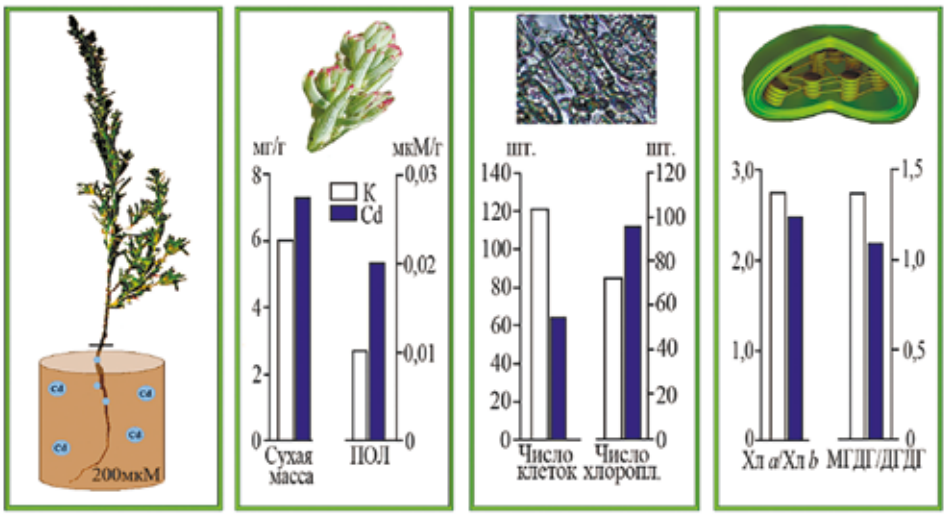
Розенцвет О.А. и др. Структурные и физиолого-биохимические аспекты солеустойчивости галофитов //Физиология растений (2017) 64: 251–265. doi: 10.7868/S001533031704011X

Rozentsvet O.A. et al. Structural and molecular strategy of photosynthetic apparatus organisation of wild flora halophytes // Plant Physiology and Biochemistry (2018) 129:213–220. doi: 10.1016/j.plaphy.2018.06.006

Возьмите на заметку:

Растения *S. salsa* устойчивы не только к действию NaCl, но и к действию ТМ.

С позиций фиторемедиации *S. salsa* является фитостабилизатором почвы, накапливая ионы Cd^{2+}, в основном, в корневой системе.



О значении pH-зависимостей для изучения рецепторов фитогормонов

Романов Г.А.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-377
E-mail: gromanov@yahoo.com

Исследование молекулярных основ сигналинга фитогормонов требует изучения в первую очередь рецепторов как ключевых белков, воспринимающих гормональный сигнал и передающих его на эффекторные структуры-мишени клетки. Характер внутриклеточной передачи сигнала зависит от субклеточной локализации рецепторов. Важнейшей характеристикой субклеточных компартментов является pH. Зависимость активности рецепторов от pH (на примере рецепторов цитокининов) способствует корректному определению этой локализации. Иногда pH-зависимость активности рецептора в сочетании с его локализацией может дать представление о функциональности данного белка в клетке. Однако рецепторы могут и сами влиять на внутриклеточный pH. Так, сенсорные модули рецепторов цитокининов структурно сходны с pH-чувствительными доменами белковых pH-сенсоров бактерий. При этом pH-зависимости активности рецепторов кукурузы ZmHK1 и картофеля StHK4b напоминают калибровочные прямые в диапазоне pH от 5 до 9. Не исключено, что эти и другие цитокининовые рецепторы участвуют в поддержании клеточного гомеостаза, выполняя функции pH-стата по принципу обратной связи. Литературные данные находятся в согласии с этими представлениями.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Romanov GA, Lomin SN, Schmülling T (2018) Cytokinin signaling: from the ER or from the PM? That is the question!(Tansley review) New Phytologist 218:41-53

Lomin SN et al. (2018) Cytokinin perception in potato: new features of canonical players. J Experimental Botany 69:3839-53

Lomin SN et al. (2018) Studies of cytokinin receptor-phosphotransmitter interaction provide evidences for the initiation of cytokinin signalling in the endoplasmic reticulum. Functional Plant Biology 45:192-202

Возьмите на заметку:

Знание pH-зависимости активности рецептора фитогормона может способствовать появлению новых представлений о субклеточной локализации и функции рецептора, а также об особенностях гомеостаза, транспорта и сигналинга гормона.

Механизм регуляции апикальной меристемы побега растений более консервативен, чем регуляция органогенеза

Романова М.А.[1], Евкайкина А.И.[2], Климова Е.А.[2], Тютерева Е.В.[2], Добрякова К.С.[2], Rydin C.[3], Berke L.[4], Proux-Wera E.[3], Pawlowski K.[3], Войцеховская О.В.[2]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра ботаники, Санкт-Петербург, Россия,
[2]ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия,
[3]Stockholm University, Stockholm, Sweden,
[4]Wageningen University, Wageningen, Netherlands
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-378
E-mail: marinaromanova@mail.ru

Для цветковых растений известно, что апикальная меристема побега (АМП) дуплексного типа сочетает функцию поддержания пула клеток в недифференцированном состоянии с функцией образования боковых органов с ограниченным ростом путем антагонистичных взаимодействий “меристемспецифичных” транскрипционных факторов (ТФ) KNOX и WUS и “листовых” ТФ ARP и YABBY. Гомологи *KNOX, WOX (WUSCHEL*-like Homeobox) и *ARP* известны также у некоторых плаунов и папоротников с АМП моноплексного типа. Нами продолжается пионерное исследование механизмов регуляции в АМП симплексного типа. Секвенирование и анализ транскриптома разноспорового плауна *Isoetes lacustris* выявил по два гомолога генов *KNOX* I и II классов, а также потенциальные гомологи WOX. Предварительный анализ WOX-подобных последовательностей I. lacustris и равноспорового плауна *Huperzia selago* показал, что они относятся к промежуточной (WOX9) кладе. Потенциальные гомологи ТФ *ARP* и *YABBY* в транскриптоме *I. lacustris* выявлены не были, что позволяет предположить большую вариабельность в регуляции программы развития листьев у представителей разных таксонов растений по сравнению с регуляцией недифференцированного состояния клеток АМП.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект No 17-04-00837) и государственной темы АААА-А17-117051810115-1 ФГБУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН. Использовалось оборудование ЦКП «Клеточные и молекулярные технологии изучения растений и грибов» Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Evkaikina AI, Romanova MA, Voitsekhovskaja OV. 2014. Evolutionary aspects of non-cell-autonomous regulation in vascular plants: structural background and models to study. Front Plant Sci. 5:31

Romanova M. A., et al. 2010. Special features of apical morphogenesis in various taxa of seedless plants. Vestn of St.-P State University (Rus) 3: 29–36.

Evkaikina A. et al., 2017 The Huperzia selago Shoot Tip Transcriptome Sheds New Light on the Evolution of Leaves. Genome Biol. Evol. 9(9):2444–2460.

Возьмите на заметку:

Изучение "немодельных" представителей разных таксонов растений может прояснить как дискуссионные вопросы эволюционной морфологии растений, так и возможные пути преобразований молекулярно-генетической регуляции морфогенеза.

Участие карбоангидразы альфа-4 в фотосинтетических реакциях *Arabidopsis thaliana*

Руденко Н.Н.[1], Терентьев В.В.[1], Дымова О.В.[2], Федорчук Т.П.[1], Игнатова Л.К.[1], Иванов Б.Н.[1]

[1]Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН (ИФПБ РАН), Пущино, Россия
[2]Институт биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Сыктывкар,

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-379

E-mail: nataliacherry413@gmail.com

В тилакоидных мембранах хлоропластов функционируют карбоангидразы (КА), ферменты, катализирующие обратимую реакцию гидратации углекислого газа. В тилакоидах из растений *Arabidopsis thaliana* с нокаутированным геном At4g20990, кодирующим одну из этих КА (α-КА4), скорость переноса электронов в функционально изолированной ФС2, была значительно выше, чем в тилакоидах из растений дикого типа. В листьях растений дикого типа, адаптированных к высокой освещенности, нефотохимическое тушение флуоресценции, защищающее от фотоингибирования, было выше, чем в листьях мутантов по α-КА4. При этом содержание белка PsbS в мутантах было выше, а степень деэпоксидации пигментов ксантофиллового цикла - ниже, чем в растениях дикого типа. Это указывает на то, что α-КА4 может влиять на энергозависимый компонент нефотохимического тушения флуоресценции хлорофилла, регулируя концентрацию протонов люмена, которая определяет как конформацию белка PsbS, так и активность виолаксантиндеэпоксидазы. Нокаут гена α-ка4 влиял на содержание белков светособирающего комплекса ФС2, и на уровень экспрессии генов, кодирующих эти белки, что служит подтверждением роли α-КА4 в механизме защиты ФС2 от фотоингибирования.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

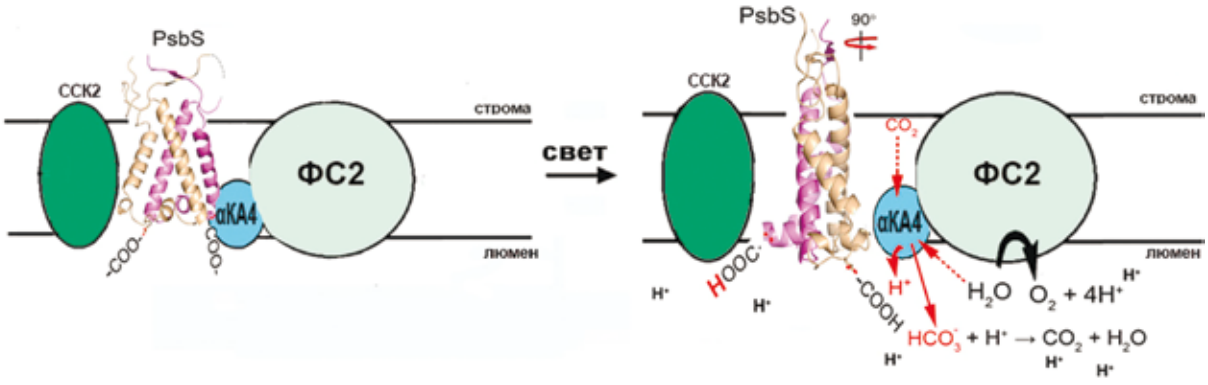
Rudenko N.N. et al. Influence of knockout of At4g20990 gene encoding α-CA4 on photosystem II light-harvesting antenna in plants grown under different light intensities and day lengths. // Protoplasma (2018) 255(1):69-78.

Rudenko N.N. et al. Effect of light intensity under different photoperiods on expression level of Carbonic Anhydrase genes of the α- and β-families in Arabidopsis thaliana leaves // Biochem. (Moscow) (2017) 82(9):1025-1035.

Возьмите на заметку:

Карбоангидраза α4 влияет на структурно-функциональную организацию Фотосистемы 2.

Функционирование тилакоидной α-КА4 ускоряет развитие нефотохимического тушения флуоресценции хлорофилла, защищающее от фотоингибирования.



Участие сигнального пути этилена в подавлении окислительного взрыва в растениях пшеницы инфицированных *Stagonospora nodorum*

Румянцев С.Д., Веселова С.В., Бурханова Г.Ф.

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-380

E-mail: rumyantsev-serg@mail.ru

Механизмы воздействия этилена на процессы генерации активных форм кислорода (АФК) при патогенезе изучены недостаточно. Роль этилена, компонентов МАРК сигнальной системы и транскрипционных факторов (ТФ) WRKY в регуляции редокс-статуса инфицированных *Stagonospora nodorum* Berk. листьев контрастных по устойчивости к патогену сортов мягкой яровой пшеницы была изучена методом qRT-PCR. Восприимчивость растений пшеницы к *S. nodorum* была связана с запуском биосинтеза и сигнального пути этилена, активируемого МАРК МРК3/МРК6 посредством стабилизации фермента биосинтеза этилена АЦК-синтазы и индукции гена первичного ответа на этилен *TaERF1*, стимуляции транскрипции ТФ TaWRKY53b и регуляции экспрессии генов НАДФН-оксидазы, что способствовало предотвращению окислительного взрыва и индуцировало развитие зон поражения. Устойчивость растений пшеницы к S. nodorum развивалась по салицилат-зависимому пути: элиситоры патогена индуцировали МАРК МРК6 и МРК7, которые возможно активировали ТФ *TaWRKY13*, стимулирующий, в свою очередь, транскрипцию гена НАДФН-оксидазы *TaRbohF*, что способствовало развитию окислительного взрыва и остановке роста патогена.

Работа выполнена в рамках РФФИ № 18-04-00978.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

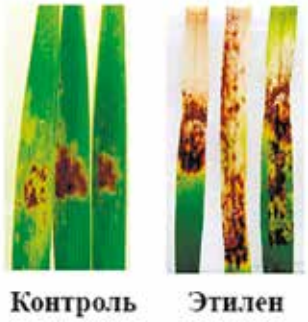
Веселова С.В., Румянцев С.Д. и др. Влияние этилена и активных форм кислорода на развитие патогена Stagonospora nodorum Berk. в тканях растений пшеницы // Биомика. 2018. Т. 10(4). С. 387-399. DOI: 10.31301/2221 -6197.bmcs.2018-50

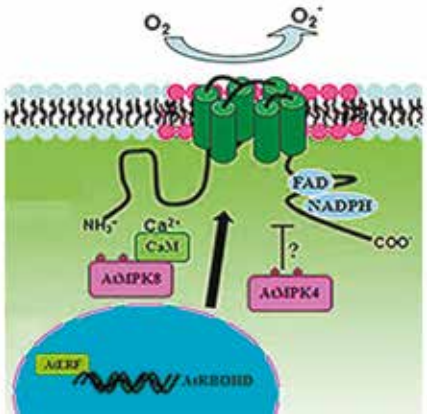
Веселова С.В., Бурханова Г.Ф. Этилен и митоген-активируемые протеинкиназы в регуляции редокс-статуса инфицированных Stagonospora nodorum растений мягкой яровой пшеницы // Экобиотех, 2018, Том 1, № 4, С. 201 -215. DOI: 10.31163/2618-964X-2018-1 -4-201 -215.

Возьмите на заметку:

Быстрое накопление АФК способно подавлять развитие патогенов.

Молекула перекиси водорода выполняет сигнальные функции и вовлекается в передачу гормональных внутриклеточных сигналов, регулирующих экспрессию генов и активность защитных систем.





Сравнительный анализ внеклеточных белков суспензионной культуры и белков апопласта листа *Fagopyrum tataricum*

Румянцева Н.И.[1], Акулов А.Н.[1], Валиева А.И.[1], Лайков А.В.[2], Костюкова Ю.А.[1], Гумерова Е.А.[1]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань,Россия,
[2]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-381

E-mail: nat_rumyantseva@mail.ru

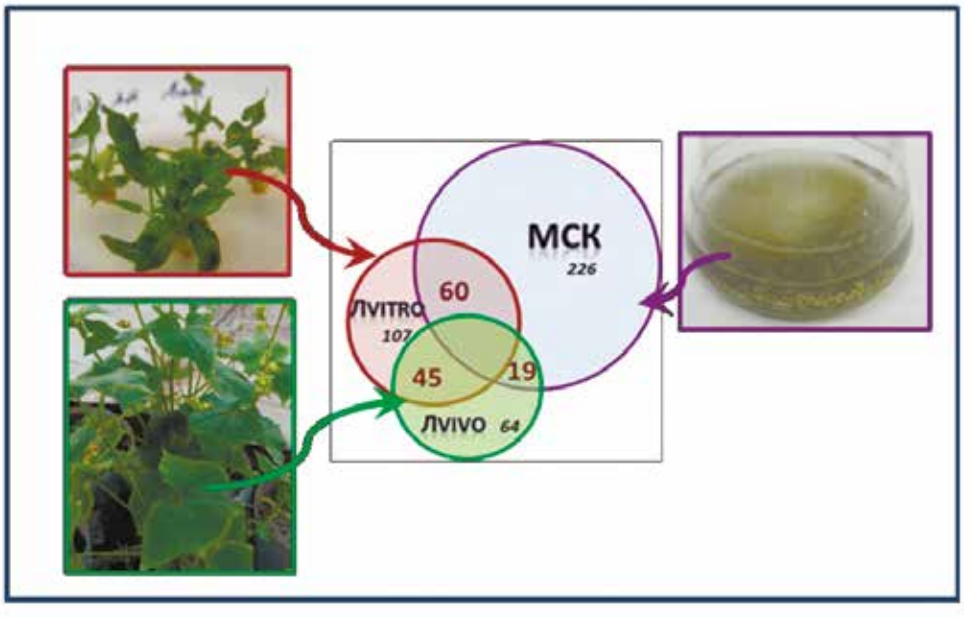
Эволюционная стратегия выживания растений, которые в отличие от животных не могут активно выбирать среду обитания и избегать действия неблагоприятных факторов, заключается в становлении разнообразных форм конститутивной и индуцированной защиты. Первой линией защиты растений является апопласт. Наши исследования показали, что белки, вовлеченные в модификацию клеточных стенок, протеолиз, защиту и редокс-гомеостаз, составляют значительную часть секретомов морфогенной суспензионной культуры (МСК) и листа гречихи татарской (белки выделяли из среды культивирования МСК и апопласта листьев растений). Установлено, что секретом листа растений, выращиваемых *in vitro*, имеет больше общих белков с секретомом МСК по сравнению с секретомом листа растений, выращиваемых *in vivo*. Однако в секретоме МСК содержание белков с N- концевым сигнальным пептидом составляет около 40%, в то время как в секретоме листа - 75-79%, что может свидетельствовать о значительном вовлечении неклассической секреции в формирование секретома МСК. Создание тканеспецифичных секретомных карт и изучение динамики внеклеточных белков в ответ на разные типы стрессоров необходимо для выявления механизмов защиты растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках научного проекта №18-44-160016

Возьмите на заметку:

Секретомы МСК и листа F.tataricum имеют общие и специфичные белки, набор белков апопласта листа может различаться в зависимости от условий выращивания растений.

Неклассическая секреция вносит разный вклад в формирование секретома листа и МСК.



Идентификация и анализ экспрессии генов CEP у картофеля

Рутковская Е.А., Ганчева М.С., Додуева И.Е., Лутова Л.А.

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра генетики и биотехнологии, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-382
E-mail: rutkovskaya-ea@yandex.ru

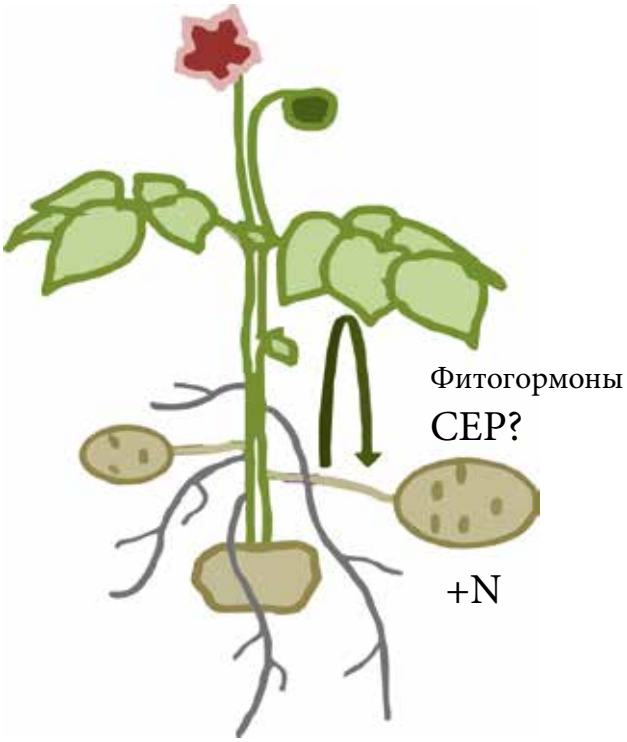
Картофель – одна из самых распространенных культур в мире. Известно, что содержание азота в среде влияет на развитие клубней картофеля. У *Arabidopsis thaliana*, пептидные гормоны CEP (C-TERMINALLY ENCODED PEPTIDES) регулируют рост растений в ответ на дефицит азота. У картофеля эти гены ранее не были идентифицированы. Нами были выявлены 5 генов картофеля (*Solanum tuberosum)*: *StCEP1, StCEP3.1, StCEP3.2, StCEP14* и *StCEP15*. На основании данных количественного анализа уровней экспрессий этих генов, в качестве кандидатов на роль регуляторов ответа на дефицит азота были выбраны гены *StCEP3.1* и *StCEP3.2.* Эти гены характеризуются высокими уровнями экспрессии при отсутствии азота в среде: при появлении азота их уровень экспрессия понижался, а при переносе с азот-богатой среды на азот-бедную -повышался. Нами были созданы конструкции для сверхэкспрессии этих генов для дальнейшего анализа влияния этих генов на картофель. Помимо этого, по гомологии с генами *A. thaliana* мы выявили предполагаемые рецепторы пептидов CEP, а также мишени их действия - CEPD, которые, в свою очередь, регулируют экспрессию нитратных транспортеров.

Данная работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-016-00177

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gancheva M., Dodueva I., Lutova L. Role of CLE genes in tuber development in potato. // In Vitro Developmental Cellular Biology - Plant (2018) 54 (Suppl 1):S53. https://doi.org/10.1007/s11627-018-9921-2

Ганчева М.С., Маловичко Ю.В., Полюшкевич Л.О., Додуева И.Е., Лутова Л.А. ПЕПТИДНЫЕ ГОРМОНЫ РАСТЕНИЙ. // Физиология растений (RUSSIAN JOURNAL OF PLANT PHYSIOLOGY). 2019, том 66, No 2, с. 83–103



На пути к созданию рецептор-специфичных цитокининов

Савельева Е.М.[1], Ословский В.Е.[2], Архипов Д.В.[1], Карлов Д.С.[3], Ломин С.Н.[1], Гетман И.А.[1], Кузьменок А.Ю.[2], Михайлов С.Н.[2], Романов Г.А.[1]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия,
[2]ФГБУН "Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН", Москва, Россия,
[3]ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова", Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-383
E-mail: savelievaek@ya.ru

Действие цитокининов – важнейших фитогормонов – основано на их взаимодействии с соответствующими рецепторами, которые обычно присутствует в растении в виде нескольких близких по структуре изоформ, но с разной локализацией и лигандной специфичностью. Эти свойства рецепторов делают принципиально возможным создание регуляторов избирательного действия на органы растений. Но для этого необходимо понимание структурных основ лигандной специфичности рецепторов.

Мы исследовали взаимодействие цитокинин-рецептор с использованием широкого ряда синтетических производных природного цитокинина N6-бензиладенина. Это позволило выявить новые особенности структуры цитокининов, влияющие на параметры лиганд-рецепторных взаимодействий. В результате многочисленных опытов были обнаружены соединения, обладающие избирательной активностью по отношению к отдельным изоформам рецепторов. На основе полученных данных мы осуществили дизайн новых потенциальных рецептор-специфичных цитокининов, избирательность действия которых на рецепторы находится на стадии экспериментальной проверки.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 17-04-00969, 17-04-01939.

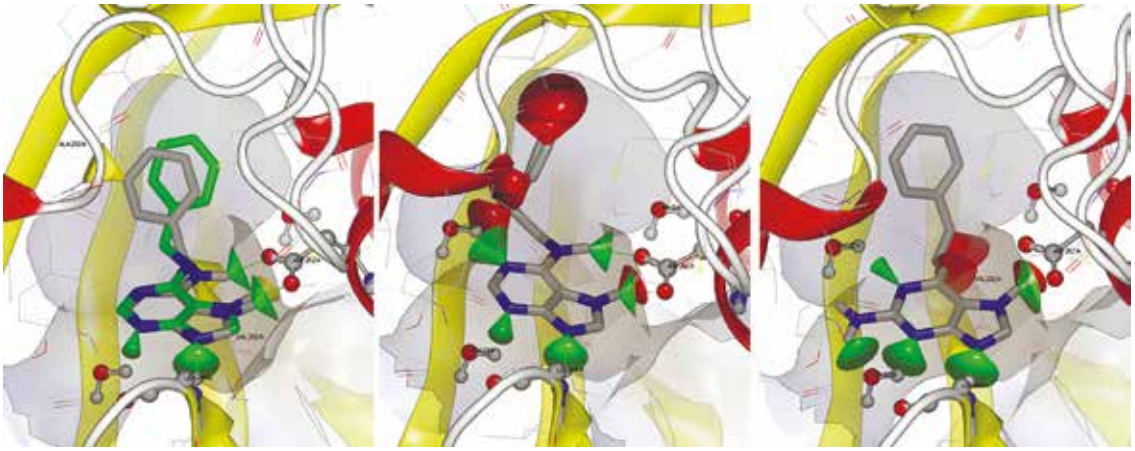
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Savelieva E.M., Oslovsky V.E., Karlov D.S., Kurochkin N.N., Getman I.A., Lomin S.N., Sidorov G.V., Mikhailov S.N., Osolodkin D.I., Romanov G.A. 2018. Cytokinin activity of N6-benzyladenine derivatives assayed by interaction with the receptors in planta, in vitro, and in silico // Phytochemistry (2018), 149: 161-177. doi:10.1016/j.phytochem.2018.02.008

Возьмите на заметку:

1. Обнаружены соединения, обладающие избирательной активностью по отношению к отдельным изоформам рецепторов цитокининов.

2. С учетом специфики распределения рецепторов по органам это позволяет создавать орган-специфичные регуляторы роста растений.



Генетическая модификация пути биосинтеза жасмонатов в Арабидопсисе и пшенице с целью изменения стрессоустойчивости растений

Савченко Т.В.[1], Пиголев А.В.[1], Мирошниченко Д.Н.[1], Пушин А.С.[2], Долгов С.В.[2]

[1]Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Россия,
[2]Филиал Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-384
E-mail: savchenko_t@rambler.ru

Фитогормоны жасмонаты регулируют защитные реакции растений в ответ на стрессовые факторы окружающей среды. Мы исследовали возможность изменения устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды посредством генетических модификаций, приводящих к изменению профиля жасмонатов, на примере Арабидопсиса и пшеницы. Изменение активности отдельных этапов биосинтеза жасмонатов достигалось с помощью сверхэкспрессии или подавления экспрессии ключевых генов биосинтетического пути. Анализ трансгенных растений с измененным профилем жасмонатов позволил обнаружить новые функции этих метаболитов в формировании стрессовых ответов растений, исследовать их роль в регуляции центрального метаболизма и выявить особенности регуляторных функций жасмонатов у однодольных и двудольных. Наши исследования показывают, что генетическая модификация пути биосинтеза жасмонатов – удобный инструмент для контроля устойчивости растений к ряду стрессовых факторов биотической и абиотической природы и создания растений с заданными характеристиками устойчивости.

Работа поддержана Российским Научным Фондом, грант №16-14-10155.

JetGene: интернет-ресурс для анализа регуляторных областей или нуклеотидных контекстов у дифференциально транслируемых транскриптов растений

Садовская Н.С.[1], Мустафаев О.Н.[2], Тюрин А.А.[1], Голденкова-Павлова И.В.[1]

[1]Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия,
[2]Институт генетических ресурсов НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-385
E-mail: nataliya.sadovskaya@gmail.com

Парадокс несоответствия уровней мРНК и их белковых продуктов в клетках эукариот, включая растения, направляет усилия исследователей на изучение тонких механизмов трансляции. Известно, что мРНК имеют регуляторные коды, которые определяют судьбу индивидуальной мРНК в трансляции. Для выявления таких регуляторных кодов применяют *in silico* анализ разных областей мРНК - CDS, 5'-UTR и 3'-UTR. С целью выявления регуляторных кодов у мРНК растений и их взаимосвязи с трансляционной эффективностью нами создан ресурс JetGene (https://jetgene.bioset.org/). Этот ресурс имеет инструменты для сравнительного анализа последовательностей и позволяет (i) оценить вариации длины, нуклеотидного состава, частота использования кодонов, окружение стартового кодона трансляции; (ii) выявить и определить статистически значимую представленность потенциальных регуляторных контекстов у мРНК с разной эффективностью трансляции. Одно из ключевых преимуществ JetGene – это возможность сравнения двух выборок мРНК (по запросу исследователя), что позволяет использовать omics данные для поиска потенциальных регуляторных кодов у мРНК.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ 18-14-00026.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Тюрин А.А. и др. Эффективность экспрессии гетерологичного гена в растениях зависит от нуклеотидного состава 5'-области мРНК // Физиология растений (2016) 63: 546-558. doi: 10.1134/S1021443716030158

Возьмите на заметку:

JetGene содержит геномные данные растений. Позволяет проводить: сравнительный анализ наборов последовательностей пользователя; поиск/предсказание регуляторных детерминант трансляции; получать графический результат анализа сравниваемых выборок.

Сезонные изменения метаболома растений рода *Euphorbia*

Сазанова К.В., Котлова Е.Р., Виноградская М.А., Петрова Н.В., Павлова Н.И., Пузанский Р.К., Медведева Н.А., Шаварда А.Л., Гельтман Д.В.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-386
E-mail: Ksazanova@binran.ru, barinova-kv@mail.ru

В настоящее время всё большее значение в физиологических исследованиях приобретает методический подход, основанный на максимально полном описании спектра метаболитов объекта в конкретный момент времени. Цель данной работы состояла в выявлении изменений метаболома листьев растений рода *Euphorbia* (*E. palustris* и *E. squamosa*) в процессе их сезонного развития. Материал собирали в периоды вегетации, цветения и плодоношения. Метаболиты анализировали в виде ТМС – производных методом ГХ-МС на приборе Agilent MSD 5975C. Результаты показали, что ГХ-МС анализ с последующей математической обработкой метаболитной матрицы позволяет выявить значительную часть метаболомных изменений, происходящих в процессе смены фенологических фаз развитий. Кластеризация метаболомов листа в соответствии со стадией жизненного цикла показывает, что отдельно взятый вегетативной орган растения может отражать системные изменения метаболома организма. Для этапов вегетации описан циклический тренд распределения точек, характеризующих биохимическое состояние объекта в определённый момент времени. Межвидовые метаболомные различия растений проявляются по-разному в зависимости от стадии развития.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Котлова Е.Р., Петрова Н.В., Медведева Н.А., Виноградская М.А., Пузанский Р.К., Сазанова К.В., Гельтман Д.В., Шаварда А.Л. Внутрипопуляционная изменчивость метаболома Euphorbia palustris (Euphorbiaceae) в зависимости от фенологической фазы // Растительные ресурсы. 2018. Т. 54, № 4, С. 558-585. DOI:10.1134/S0033994618040064

Возьмите на заметку:

Межвидовые метаболомные различия растений проявляются по-разному в зависимости от фенологической фазы развития.

Отдельно взятый вегетативной орган растения может отражать системные изменения метаболома организма.

Влияние абиотических факторов на жизнедеятельность хвойного и лиственного древесных растений

Сазонова Т.А., Придача В.Б., Болондинский В.Б., Тихова Г.П.

Институт леса — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-387

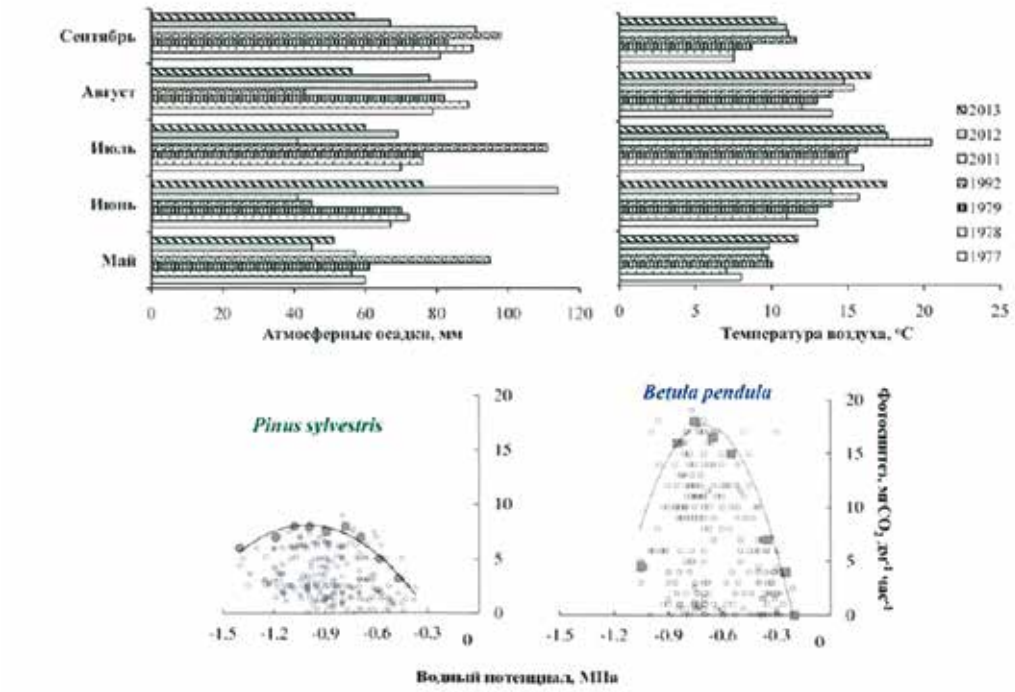
E-mail: alt86@rambler.ru

В лесных фитоценозах Северо-Запада России (Южная Карелия) широко представлены сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и береза повислая (*Betula pendula* Roth). В свете прогнозируемых изменений климата актуальным является вопрос об ответных реакциях этих видов на колебания условий природной среды. Для этой цели нами были проанализированы данные многолетних исследований суточной и вегетационной динамики водного обмена и фотосинтеза деревьев сосны и березы и выявлены особенности взаимосвязи показателей водного обмена между собой и абиотическими факторами внешней среды. Результаты анализа указали на сходные механизмы адаптации систематически разных видов, произрастающих в одном климатическом регионе. При этом отмечены межвидовые различия в скорости водного потока и сопротивлении движению влаги по стволу дерева, в большей степени, обусловленные структурно-функциональными особенностями водопроводящих систем хвойного и лиственного видов. Работа выполнена в рамках государственного задания КарНЦ РАН и при финансовой поддержке РФФИ (грант 17–04–01087-а).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сазонова Т.А. и др. Влияние водного дефицита на фотосинтез сосны обыкновенной в условиях достаточного почвенного увлажнения // Лесоведение (2017) 4: 311–318. doi: 10.7868/S0024114817040076.

Придача В.Б. и др. Влияние абиотических факторов на водообмен хвойного и лиственного древесных растений // Труды КарНЦ РАН (2018) 12: 76-86. doi: 10.17076/eb878



Регуляция ранних этапов морфогенеза корневой системы

Салмин С.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева", Орёл, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-388
E-mail: gio2-74@mail.ru

Формирование боковых корней является сложным многостадийным процессом важную роль в котором, по-видимому, принадлежит фитогормонам. Целью данной работы было изучение ветвления корня в нормальных условиях и механизмов изменения ветвления при действии природных и синтетических ауксинов, 6-бензиламинопурина, абсцизовой кислоты. Изученные вещества не нарушали акропетального порядка заложения боковых корней и примордии развивались в боковые корни без периода покоя.Показано, что время формирования бокового корня внутри материнского не менялось при воздействии всех изученных веществ и не зависило от исходной длины главного корня. Ветвление корней кукурузы обладает высокой устойчивостью экзогенным воздействиям, что не может быть связано только с действием фитогормонов, но и определяется так же детерминированностью инициальных клеток боковых корней в апикальной меристеме корня. Клетки перицикла у кукурузы чувствительны к экзогенным воздействиям в ограниченный период времени. Ауксины влияют на ранние стадии инициации и образования примордиев боковых корней и не влияют на развитие уже сформированных примордиев.

Анализ стресс-индуцированной потери калия и модификации ростовых процессов у растений *Arabidopsis thaliana*, лишенных АФК-сенсорного центра в комплексе калиевого канала GORK

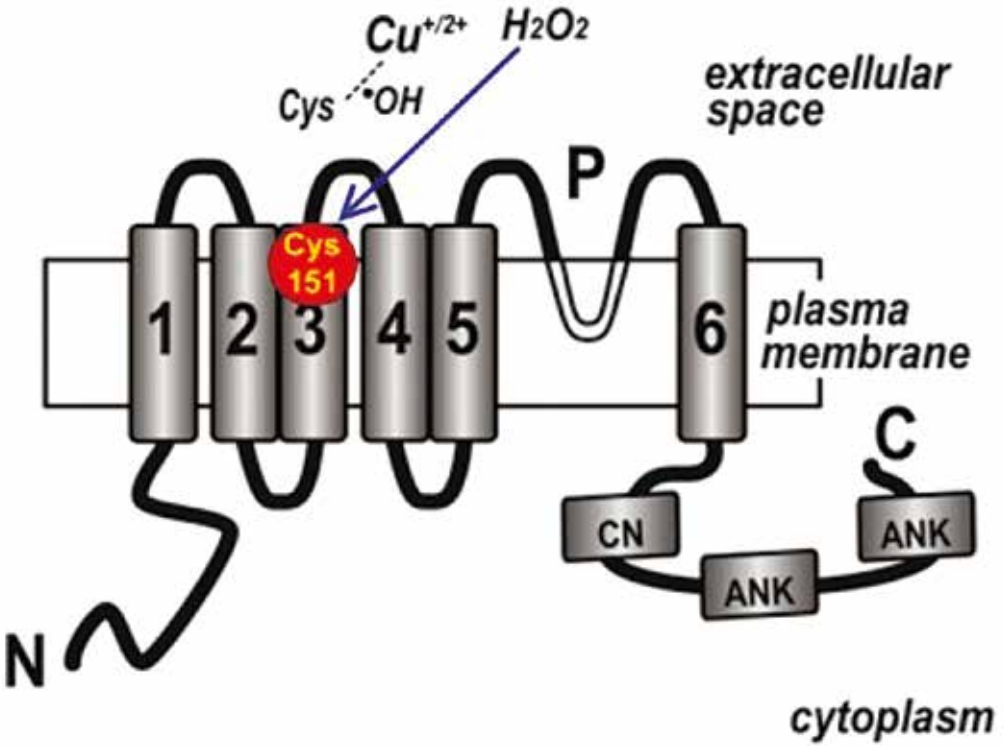
Самохина В.В.[1], Дреер И.[2], Ридельсбергер Д.[2], Мацкевич В.С.[1], Соколик А.И.[1], Смолич И.И.[1], Демидчик В.В.[1]

[1]Белорусский Государственный Университет, Минск, Беларусь, Минск, Беларусь,
[2]Университет Талькы, Талька, Чили

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-389

E-mail: samokhina@bsu.by

Стрессы различной природы приводят к значительным потерям урожая и снижению продуктивности. Стрессовая реакция в большинстве случаев сопровождается продукцией активных форм кислорода (АФК) и выбросом ионов калия. Недавние исследования показали, что данные явления взаимосвязана, так как K+-каналы GORK, ответственные за выброс K+, способны активироваться под действием АФК. Был идентифицирован АФК-чувствительный центр в структуре GORK, который ответственен за активацию канала под действием АФК. В настоящей работе было продемонстрировано, что выход калия ($^{86}Rb+$) под действием важнейших стрессоров значительно ослабевает при замене в калиевом канале GORK АФК-чувствительного цистеина в положении 151 на инертный серин. Также было показано, что растения, лишенные данной аминокислоты обладают более высокой устойчивостью к NaCl, H_2O_2 , Ni^2+ и осмотическому стрессу. Работа финансировалась Российским Научным Фондом (грант № 15-14-30008).



Влияние почвенного загрязнения нефтепродуктами на рост растений

Саттарова Л.Р., Курамшина З.М.

ФГБО ВО "Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета", Стерлитамак, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-390
E-mail: liliya-sattarova-dm@mail.ru

За последние десятилетия опасения по поводу загрязнения окружающей среды нефтепродуктами сильно возросли, так как накопление этих соединений в почве может привести к серьезным негативным последствиям. Нефтяное загрязнение изменяет физико-химическое и биологическое состояние почвы, что ведет к ингибированию роста и продуктивности растений, снижению их устойчивости к внешним воздействиям. Нами исследовано влияние нефтяного загрязнения на рост различных растений. Показано, что у отдельных видов растений при воздействии невысоких концентраций нефтепродуктов наблюдается стимуляции роста, тогда как высокие концентрация нефти ингибирует развитие растений. Показано, что различные виды растений по-разному реагируют на нефтяное загрязнение. Обнаружены различия и в изменении физиолого-биохимических показателях растений.

Возьмите на заметку:

1.Загрязнение почвы нефтью может оказывать как стимулирующее действие на рост растений, так и угнетающее.

2.Растения могут активно участвовать в трансформации углеводородов нефти, что определяет их использование при детоксикации нефти в почве.

Ключевые факторы, обеспечивающие функционирование колленхимы

Сауткина О.В., Микшина П.В., Горшкова Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-391
E-mail: semargla.zhar@gmail.com

Колленхима – механическая ткань, обеспечивающая поддержку молодых, не окончивших рост растяжением, частей растений. Эта ткань состоит из живых клеток с неравномерно утолщенными первичными клеточными стенками и характеризуется значительной прочностью и растяжимостью. Ключевыми факторами, обеспечивающими функционирование колленхимы, служат высокая степень оводненности и особенности углеводного состава клеточной стенки, среди основных компонентов которой представлены пектины и микрофибриллы целлюлозы, формирующие в утолщениях слои с продольной и поперечной ориентацией.

На примере черешкового сорта сельдерея методом одноосного натяжения будет охарактеризовано влияние разной степени оводненности протопласта и апопласта на прочность и растяжимость изолированных тяжей колленхимы. Сочетание этой информации с анализом особенностей строения и удерживания пектинов в колленхиме, а также с оценкой динамики роста клеток этой ткани будет служить основой для формирования гипотезы о возможном механизме «работы» этого интригующего типа механической ткани, обеспечивающей рост растительных клеток в длину при наличии утолщений в клеточной стенке.

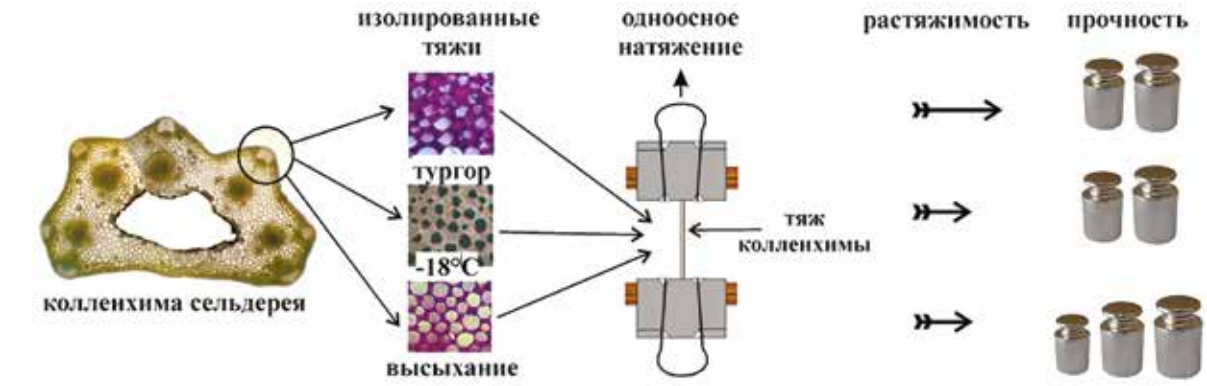
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сауткина О.В. с соавт. Особенности углеводного состава и строения клеточных стенок колленхимы сельдерея // тезисы докладов X Всероссийская научная конференция и школа молодых ученых «Химия и технология растительных веществ» (Казань, 2017). Казань: ИОФХ им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, 2017. С. 87.

Возьмите на заметку:

1.Степень гидратации протопласта клеток колленхимы влияет, главным образом, на их растяжимость, а апопласта – на прочность на разрыв.

2.Механические свойства клеточной стенки колленхимы связаны со степенью гидратации пектинов.



Роль АБК и ауксинов в эмбриогенезе ячменя *in vivo*

Сельдимирова О.А.

Уфимский Институт биологии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-392
E-mail: o_seldimirova@mail.ru

Изучена динамика содержания и распределения ИУК и АБК в формирующихся зерновках и развивающихся зародышах ячменя сорта Steptoe и его АБК-дефицитного мутанта AZ34. Методом ИФА установлено, что AZ34 характеризуется пониженным содержанием АБК и повышенным содержанием ИУК в зерновках на всех этапах развития. В зерновках Steptoe содержание ИУК максимально на 21-е сутки после опыления (СПО) (конец фазы органогенеза зародыша и стадии восковой спелости зерновки), у AZ34 - на 30-е СПО (фаза сформированного зародыша и стадия восковой спелости зерновки). Максимум АБК у Steptoe отмечен на 30-е СПО (фаза зрелого зародыша и технической спелости зерновки). У AZ34 содержание АБК достаточно сходно на всех этапах развития. Полуколичественный анализ показал, что зрелый зародыш AZ34 характеризуется значительно более высоким содержанием ИУК в корневой меристеме и более низким содержанием АБК в колеоризе и корне. Полученные данные позволяют объяснить увеличение длительности периода развития зародыша/зерновки, нарушения в строении колеоризы зрелого зародыша на стадии полной спелости зерновки, а также случаи преждевременного прорастания корней у AZ34.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 17-04-0147.

Адаптация базидиальных грибов рода *Gleophyllum* к изменению температуры: роль стеринов и тритерпенов

Сеник С.В.[1], Колкер Т.Л.[2], Власов Д.Ю.[1], Шаварда А.Л.[1], Котлова Е.Р.[1]

[1]Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-393
E-mail: senik_sv@mail.ru

Важной составляющей адаптации клетки к изменениям температуры является сохранение функционального состояния мембран. В последние годы накоплены сведения об участии в их стабилизации стеринов и тритерпенов. Регуляция состава структурных типов стеринов является ключевым звеном и многих других клеточных процессов. Однако если в животных и растительных клетках участие терпенового компонента в стабилизации мембран изучено и обобщено, наличие данного механизма в клетках грибов остается дискуссионным.

Цель работы – сравнительный анализ изменений состава стеринов и связанных с ними биосинтетически тритерпенов, а также мембранных глицеро- и сфинголипидов у двух штаммов рода *Gleophyllum* при холодовом шоке – дикорастущего вида *G. trabeum* и домового гриба *G. sepiarium.*

Помимо общеизвестных реакций, связанных с регуляцией степени ненасыщенности жирных кислот и соотношения «бислойных» и «небислойных» глицеролипидов, обнаружено, что количество эргостерина и тритерпеноидов (траметеноловой, эбуриколовой и дегидроэбуриколовой кислот, спирта эбурикола) значительно увеличивалось в ходе адаптации домового гриба *G. sepiarium* к холоду, однако почти не изменялось у дикорастущего вида *G. trabeum.*

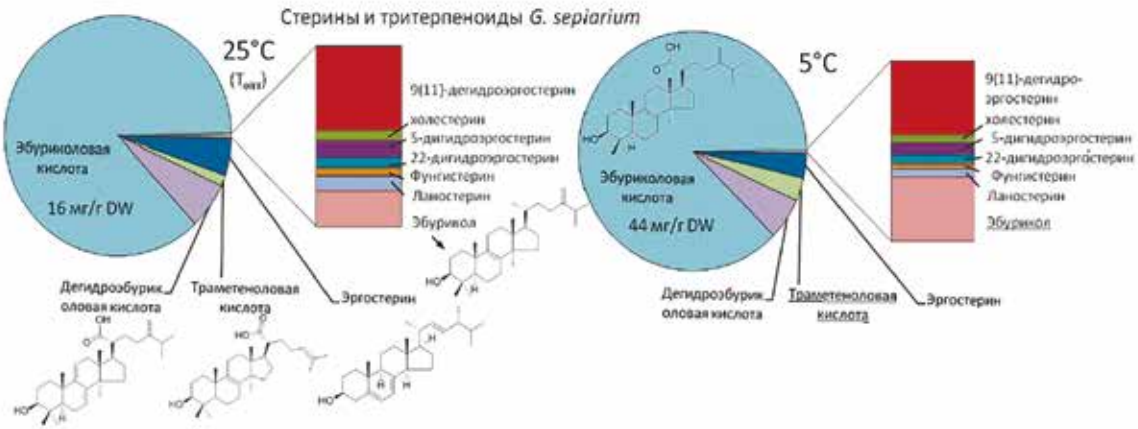
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Senik S.V., et al. Diacylglyceryltrimethylhomoserine content and gene expression changes triggered by phosphate deprivation in the mycelium of the basidiomycete Flammulina velutipes // Phytochemistry. 2015. V. 117. P. 34–42.

Псурцева Н.В., Кияшко А.А., Сеник С.В. Морфолого-физиологические аспекты экологической пластичности макромицетов под воздействием некоторых абиотических факторов. Современная микология в России. 2017. Т.6. С. 240–242.

Возьмите на заметку:

Процесс адаптации к холоду у грибов может сопровождаться резким увеличением содержания и изменением молекулярного состава стеринов и тритерпеноидов.



Содержание аминокислот в листьях и подземных органах генеративных особей тубероидного вида орхидных (Orchidaceae) умеренного климата северного полушария

Сечин Е.Н.[1], Маракаев О.А.[1], Гаврилов Г.Б.[2]

[1]ФГБО ВПО "Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова", Ярославль, Россия,
[2]Ярославский государственный институт качества сырья и пищевых продуктов, Ярославль, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-394
E-mail: unknowndifferance@gmail.com

Методом зонного капиллярного электрофореза выявлен аминокислотный состав вегетативных органов тубероидного вида орхидных, произрастающего в природных условиях центра Европейской России, – пальчатокоренника пятнистого *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó (Orchidaceae). Установлено наличие в растительном материале 15 аминокислот, из которых девять являются «незаменимыми». Наибольшее суммарное содержание аминокислот характерно для листьев, наименьшее – для старых (зимовавших) тубероидов. Максимальным суммарным содержанием в растительном материале отличается лейцин, минимальным – триптофан и метионин. Вегетативные органы также богаты аланином, аргинином, валином и фенилаланином. Суммарное содержание аминокислот в молодых тубероидах на 38% выше, чем в старых. Эти различия наиболее выражены для аргинина, что, вероятно, связано с запасной функцией этой аминокислоты, содержащей более 30% азота. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности дальнейших исследований аминокислотного состава *D. maculata* и могут характеризовать этот вид как источник ценных в лекарственном отношении веществ с широким спектром фармакологической активности.

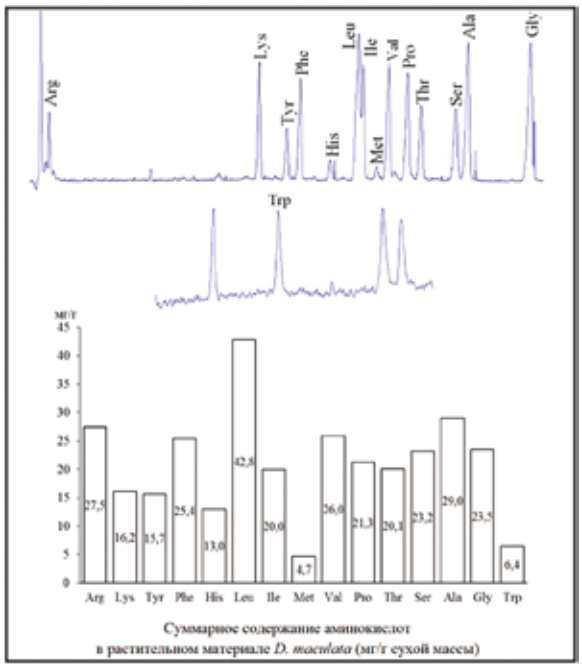
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Маракаев О.А., Титова О.В. О возможном участии аминокислот в биосинтезе ауксинов у Dactylorhiza maculata (L.) Soó (Orchidaceae) // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях. Тезисы докладов VI Международной конференции. М., 2001. С. 49.

Возьмите на заметку:

1. Методом зонного капиллярного электрофореза выявлен аминокислотный состав вегетативных органов *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó (Orchidaceae).

2. Максимальное суммарное содержание характерно для лейцина, минимальное – триптофана и метионина.



Суммарное содержание аминокислот в растительном материале *D. maculata* (мг/г сухой массы)

Аквапорины растений в действии

Сибгатуллин Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-395
E-mail: timsdance@mail.ru

Действие большинства стресс-факторов приводит к изменению состояния системы транспорта воды в растениях. Эти изменения могут происходить на всех уровнях организации растительного организма: как в масштабе целого растения, затрагивая дальний транспорт по сосудам ксилемы, так и на внутриклеточном уровне. Растения развили целый ряд механизмов регуляции водного статуса, что позволяет тонко подстраивать параметры элементов транспортной цепи для оптимального её функционирования. Важнейшим элементом регуляции выступают специализированные водные каналы -аквапорины. Цель данной работы: используя неинвазивные методы регистрации (включая ЯМР-диффузометрию) выявить общие закономерности в реакции элементов системы водного транспорта растений на различные способы генерации стресса, включая искусственную генерацию окислительного стресса. Полученные результаты позволяют сделать вывод о наличии общего сценария в ответе аквапоринов на уровне их функциональной активности в первые часы стрессового воздействия. Возможность прямого взаимодействия действующих веществ с аквапоринами и/или их фосфолипидным окружением в мембране вносит индивидуальные штрихи в общую картину.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Vorob'ev V.N., Mirziev S.I., Alexandrov E.A., Sibgatullin T.A. Characteristics of water and ion exchange of Elodea nuttallii cells at high concentrations of lanthanides // Chemosphere (2016) 165: 329-334. doi: 10.1016/j.chemosphere.2016.09.044

Velikanov G.A., Sibgatullin T.A., Belova L.P., Ionenko I.F. Membrane water permeability of maize root cells under two levels of oxidative stress // Protoplasma (2015) 252: 1263-1273. doi: 10.1007/s00709-015-0758-9

Биоактивный потенциал *Thymus serpullum* L. произрастающих на территории Якутии

Сивцева С.В., Цыпандина И.П

ФГАОУ ВО "Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова", Якутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-396
E-mail: sv.sivtseva@mail.ru

Thymus serpullum L. является перспективным лекарственным растением, однако, фитохимический состав и биоактивный потенциал якутских популяций изучен недостаточно. Фитомасса растения была собрана в Центральной Якутии. Перед экстракцией высушенная фитомасса измельчалась до порошкообразного состояния, просеивалась через сито. Экстракцию проводили на мультишейкере в течение суток, экстракты профильтровывали дважды, и использовали для анализа содержания основных групп БАВ и скрининга антибактериальной активности диско-диффузионным методом. Результаты исследования показали, что водные экстракты *Thymus serpullum* обладают высокой уровенью активности против роста и развития *Staphylococcus aureus,* чем по отношению к *Escherichia coli*. Качественные реакции показали наличие в фитомассе растения дубильных веществ, терпеноидов и фенольных соединений.

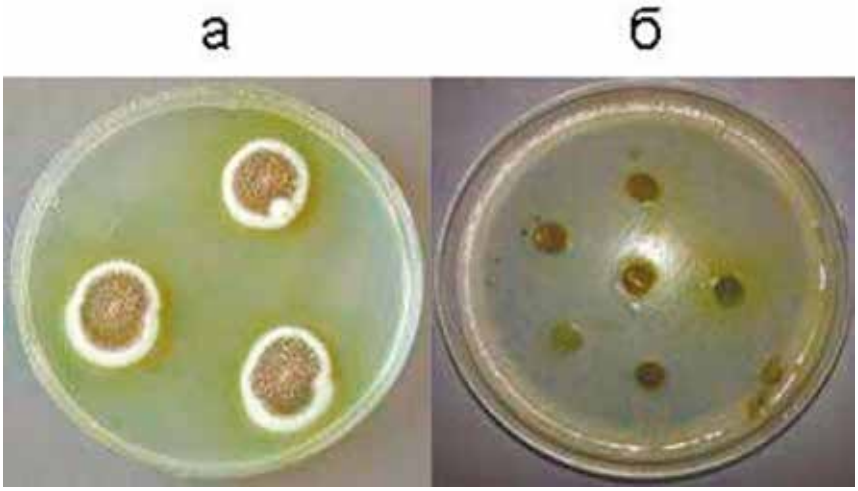
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сивцева С.В., Охлопкова Ж.М. Антибактериальная активность и цитотоксический анализ экстрактов из фитомассы дикорастущих растений Якутии // Вестник СВФУ. №3 (65). - 2018. – С. 24-38.

Sivtseva S.V., Okhlopkova Zh.M. Phytochemical analysis of extracts of wild plants growing in Yakutia for the content of basic groups of BAS // Der Pharma Chemica. № 7 (11). - 2015. – P. 334-343.

Возьмите на заметку:

В данной работе изучали антибактериальную активность водных экстрактов *Thymus serpullum* L., произрастающей на территории фитоценозов Центральной и Северо-Восточной Якутии.



Структура липополисахаридов бактерий рода *Azospirillum* и их участие в активации пероксидазной активности у растений

Сигида Е.Н.[1], Самсонова Е.А.[2], Коннова С.А.[2], Федоненко Ю.П.[1]

[1]Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук, Саратов, Россия,
[2]Саратовский национальный исследовательский государственный университет, Саратов, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-397

E-mail: sigida_e@ibppm.ru

Свободноживущие ассоциативные рост-стимулирующие бактерии рода *Azospirillum*, широко распространенные в различных климатических зонах, в том числе в России, являются перспективными компонентами биоудобрений для важных кормовых и хлебных злаковых культур. Известно, что ризобактерии способны активизировать природные механизмы защиты растений от фитопатогенов, и липополисахариды (ЛПС) ризобактерий – преобладающие гликополимеры поверхности бактериальной мембраны – могут являться триггерными молекулами в этом процессе. Для создания комплексных и эффективных биоудобрений на основе конкретных штаммов азоспирилл, обладающих рост-стимулирующими и фитопротекторными свойствами, необходимо понимание "молекулярного механизма", происходящего между микроорганизмом и его растительными партнерами, что делает актуальным исследование структуры ЛПС азоспирилл и их влияние на активацию неспецифических защитных реакций в растениях. Методами ЯМР спектроскопии и MALDI TOF спектрометрии установлены видовые особенности структуры ЛПС азоспирилл. Выявлено влияние ЛПС азоспирилл на активацию пероксидазной активности в проростках пшеницы и кукурузы.

Исследования проведены при поддержке РНФ(грант № 18-74-00060)

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Sigida E.N et al., Structural studies of O-specific polysaccharide(s) and biological activity toward plants of the lipopolysaccharide from Azospirillum brasilense SR8 // Int. J. Biol. Macromol. (2019) 126:246-253. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.12.229.

Федоненко Ю.П. и др., Структура и серология О-антигенов азотфиксирующих ризобактерий рода Azospirillum // Изв. Ак. Наук Сер. Хим. (2015) 5:1024-1031. doi: 10.1007/s11172-015-0971-x.

Возьмите на заметку:

Разнообразие липополисахаридов у различных видов азоспирилл обусловлено как сосбенностями структуры повторяющихся звеньев О-специфических полисахаридов, так и количеством и распределением остатков первичных и вторичных жирных кислот в липиде А.

Изменение агрегативности суспензионной культуры *Arabidopsis thaliana* с нарушением экспрессии гена *GAUT1.*

Сидорчук Ю.В., Щелокова А.С., Пермякова Н.В., Дейнеко Е.В.

ФГБУН "Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН", Новосибирск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-398
E-mail: sidorch@bionet.nsc.ru

Растительные суспензионные системы экспрессии перспективны для наработки рекомбинантных белков различного назначения, но характеризуются низкой продуктивностью вследствие способности растительных клеток к формированию агрегатов. Мы предложили новый способ снижения агрегативности суспензионных культур растительных клеток: направленное нокаутирование гена *GAUT1* – одного из основных ферментов биосинтеза пектина. В работе использовали суспензионные культуры трансгенных клеток, несущих ген *gfp*, полученные на основе штамма NFC-0 быстрорастущей культуры клеток *A. thaliana* (ИФР РАН). Нокаутирование гена *GAUT1* методом геномного редактирования привело к значительному увеличению доли мелких агрегатов, но не к увеличению накопления рекомбинантного белка GFP. Наличие сайт-специфических мутаций в целевом гене подтверждено методом рестрикционного анализа. Секвенирование выявило наличие однонуклеотидных замен и делеций в редактируемом гене. С целью повышения эффективности сайт-специфического мутагенеза использован новый подход, позволяющий вносить протяженные делеции в последовательность гена *GAUT1*, а также проведён нокдаун (сайленсинг) данного гена с использованием антисмысловой РНК.

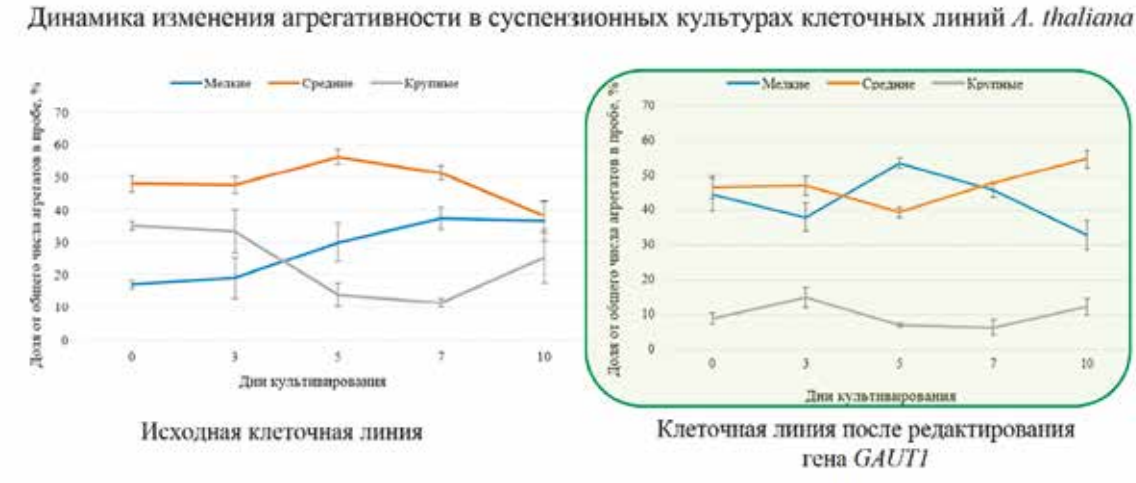
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сидорчук Ю.В., Щелокова А.С., Пермякова Н.В., Дейнеко Е.В. Исследование агрегативности суспензионной клеточной культуры Arabidopsis thaliana с нокаутом гена GAUT1. Гены и клетки. Приложение, 2018, №2, с. 47.

Возьмите на заметку:

Эффективность сайт-специфического редактирования генома посредством системы CRISPR/Cas9 обусловлена:

- подбором оптимального сайта редактирования целевого гена;
- адекватной системой отбора редактированных клеток.



Функционирование аскорбат-глутатионового цикла в листьях двух природных фенотипов *Plantago media* L.

Силина Е.В., Ермолина К.В., Головко Т.К.

ФГБУН ФИЦ "Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН", Сыктывкар

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-399

E-mail: silina@ib.komisc.ru

Растения постоянно адаптируются к световым условиям. Свет высокой интенсивности, особенно в сочетании с другими неблагоприятными факторами, вызывает избыточное образование АФК. Основным источником их генерации являются хлоропласты. Ранее нами были выявлены особенности функционирования фотосинтеза двух фенотипов *P. media,* показано повышение уровня липопероксидации в листьях светового фенотипа, обитающего на открытом участке. В данной работе представлены результаты изучения активности аскорбат-глутатионового цикла (АГЦ), восстанавливающего H_2O_2 до воды. Установлено, что активность ферментов и содержание ключевых метаболитов цикла выше в листьях световых растений на 17-64% по сравнению с теневыми. Выявили наличие суточной динамики исследуемых показателей. В большинстве случаев отмечали наличие корреляции между активностью ферментов и содержанием субстратов цикла. Таким образом, эффективное функционирование АГЦ является характерной особенностью метаболизма растений светового фенотипа и важным компонентом адаптивной реакции, способствующим поддержанию редокс-баланса в фотосинтезирующих клетках при избыточной радиации.

Работа выполнена в рамках темы НИР (ГР АААА-А17-117033010038-7).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

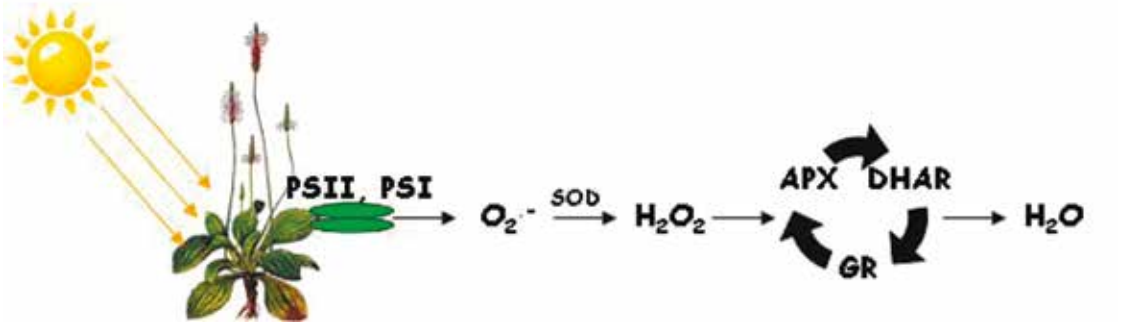
Коковкина Е. В. Про-/антиоксидантный баланс в листьях двух природных световых фенотипов Plantago media L. // Инновационные направления современной физиологии растений: тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием и Годичное собрание ОФР России (2013) С. 287

Miszalski Z. et al. Photosynthetic activity of vascular bundles in Plantago media leaves // J Plant Physol. (2016) 204:36-43 doi: 10.1016/j.jplph.2016.06.012

Возьмите на заметку:

Полученные данные свидетельствуют о влиянии света на активность АГЦ.

Эффективное функционирование АГЦ способствует поддержанию редокс-баланса в листьях световых растений.



Эффекты кратковременного действия низкой и высокой положительных температур на пигментный комплекс разновозрастных клеток первого листа ячменя

Синенко О.С.[1], Малева М.Г.[1], Киселева И.С.[1], Латовский Д.[2], Стржалка К.[3]

[1]ФГАОУ ВПО "Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н.Ельцина", Екатеринбург, Россия,
[2]Ягеллонский университет, Краков, Польша,
[3]Малопольский центр биотехнологий, Ягеллонский университет, Краков, Польша
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-400
E-mail: olga_sinenko@list.ru

Перепады температуры окружающей среды негативно влияют на жизнедеятельность растений, особенно на ранних этапах онтогенеза. В работе изучены ответные реакции разновозрастных клеток 7-дневных проростков ячменя (*Hordeum vulgare*, сорт «Ача») при кратковременном действии низкой и высокой положительных температур. Первый лист был разделен на зоны: деления (I), растяжения (II) и дифференцированных клеток (III). Фрагменты листа подвергали действию низкой (+4°C) и высокой (+37°C) температур в течение 6 часов (контроль – +24°C). Температурный стресс проявлялся в увеличении активности гваяколовой пероксидазы в I и II зонах листа. В III зоне изменений не наблюдали. Активность супероксиддисмутазы и каталазы мало изменялась в условиях стресса. Суммарное содержание пигментов возрастало при переходе от I ко II и III зонам. Стресс сопровождался уменьшением содержания хлорофилла a, b, протохлорофилла и каротиноидов только в I и II зонах (на 20%–70%). В молодых клетках высокая температура вызывала больший стресс, чем низкая. Дифференцированные клетки листа ячменя оказались более устойчивы к температурному воздействию. Работа поддержана Программой 211 Правительства РФ, соглашение No 02.A03.21.0006.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

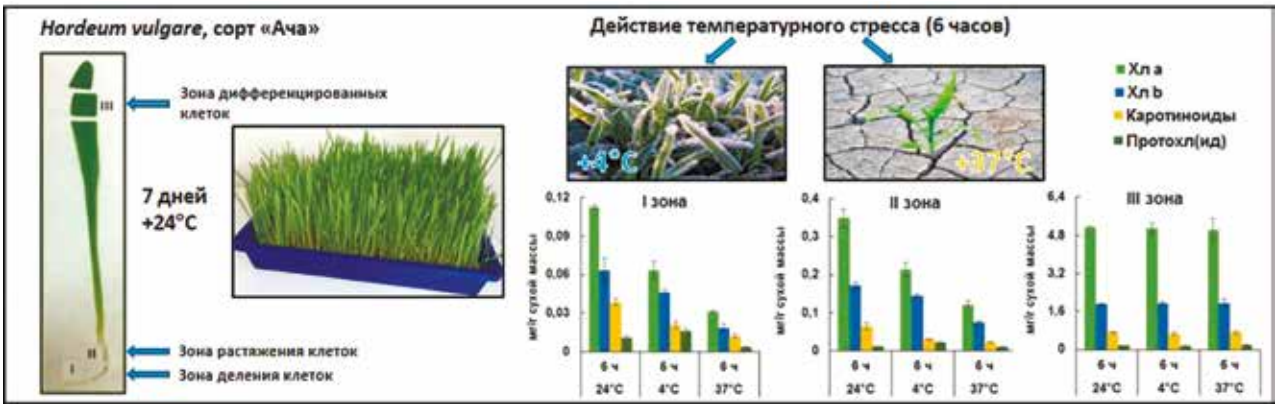
Sinenko O.S. et al. Acclimation reactions of barley mesophyll cells to short-term temperature stress: ontogenetic aspect // Acta Physiologiae Plantarum (2019) 41: 5. doi: 10.1007/s11738-018-2793-6

Sinenko O.S. et al. Antioxidant reactions in primary barley leaf cells of different age under short-term temperature stress // AIP Conference Proceedings (2019) 2063: 040051. doi: 10.1063/1.5087383

Возьмите на заметку:

Молодые клетки и ткани листа ячменя имеют большую чувствительность к температурным воздействиям, чем зрелые дифференцированные.

Для делящихся и растягивающихся клеток высокие температуры более сильный стрессовый фактор, чем низкие.



Динамика накопления липидов и крахмала у трех штаммов зеленых микроводорослей в условиях азотного голодания

Синетова М.А.[1], Кривова З.В.[1], Сидоров Р.А.[1], Воронков А.С.[1], Пахолкова М.С.[2], Иванова М.О.[3]

[1]ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия,
[2]ФГАОУ ВО "Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»., Архангельск, Россия, [3]ГБОУ "Московская школа на Юго-Западе № 1543", Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-401

E-mail: maria.sinetova@mail.ru

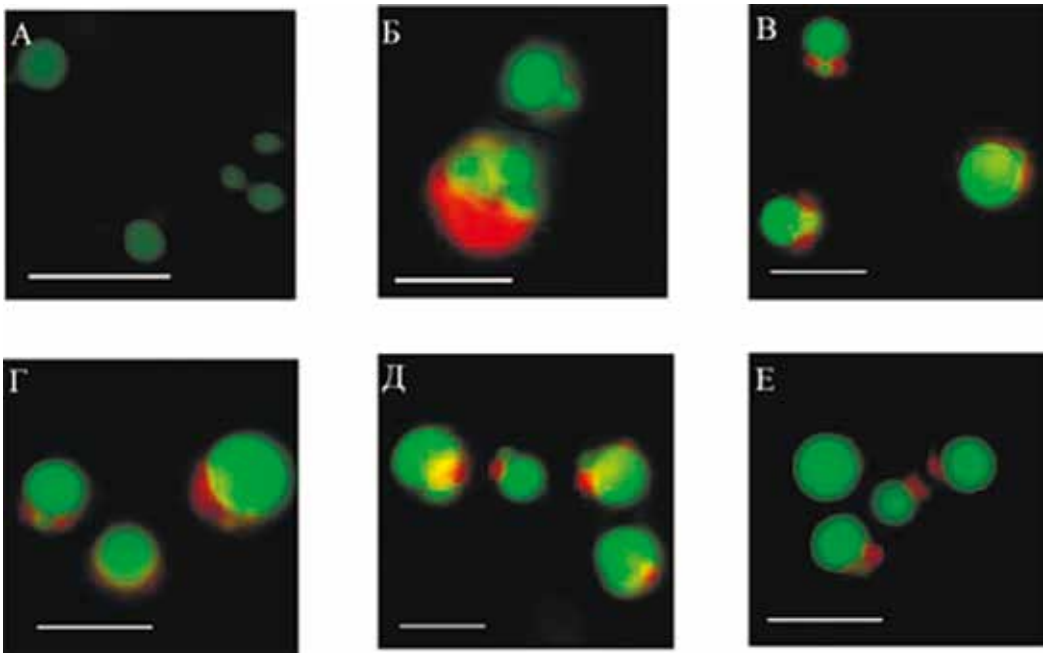
Липиды микроводорослей являются многообещающим сырьём как для синтеза биотоплива, так и для использования в медицинских, нутрицевтических и различных технических целях. Клетки микроводорослей могут запасать значительное количество липидов в виде триацилглицеринов (ТАГ) в условиях дефицита различных макроэлементов, включая азот. Мы исследовали динамику накопления крахмала и липидов в условиях азотного голодания у трех штаммов зеленых микроводорослей из коллекции IPPAS (*Chlorella* sp., *Nannochloris* sp. и *Coelastrella* sp.). У всех изученных штаммов недостаток азота приводил к редукции фотосинтетического аппарата и прекращению деления, в клетках значительно увеличивалось содержание крахмала. При этом изученные штаммы существенно отличались динамикой накопления ТАГ и их жирнокислотным составом. Кроме того, у *Coelastrella* sp. в условиях дефицита азота индуцировался синтез вторичных каротиноидов, которые были локализованы в цитоплазме в липидных каплях. Рассматриваются возможные пути синтеза ТАГ и его регуляции у исследуемых штаммов.

Представленная работа была поддержана грантом Российского научного фонда № 14-14-00904.

Возьмите на заметку:

В условиях азотного голодания все зеленые микроводоросли способны накапливать крахмал, некоторые виды запасают также триацилглицерины (ТАГ).

Динамика запасания ТАГ, механизмы регуляции и пути их биосинтеза отличаются у разных видов микроводорослей.



H+-АТФаза - ключевой фермент покоя и прорастания семян

Синькевич И.А., Обручева Н.В., Литягина С.В.

ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-402
E-mail: sinkevich_ia@mail.ru

В основе прорастания семян лежит механизм «кислого роста» - действие H+ ионов на полимеры клеточной стенки, приводящее к разрыхлению ее структуры и повышению растяжимости, что обеспечивает возможность начала растяжения клеток под давлением поступающей воды, т.е. начало прорастания. Непосредственное участие в этом механизме принимает плазмалеммная H+-АТФаза, выносящая H+ ионы из цитоплазмы в апопласт в обмен на K+. В набухающих непокоящихся семенах фермент активируется в результате изменения конформации при поступлении воды и обеспечивает подачу H+ ионов в апопласт. В покоящихся семенах в период покоя зародыша фермент находится в самоингибированном состоянии, нечувствительном к фузикокцину, но в период покоя, наложенного кожурой, активируется и приобретает активную форму, о чем свидетельствует стимуляция фузикокцином. Фермент и 14-3-3 белок присутствуют в осевых органах зародышей покоящихся и непокоящихся семян. Предполагается, что активация фермента происходит в результате присоединения 14-3-3 белка к фосфотреонину регуляторного домена в присутствии фузикокцина. Наличие лигандов фузикокцина в осевых органах семян показано нами ранее.

Работа поддержана грантом РФФИ 17-04-00859.

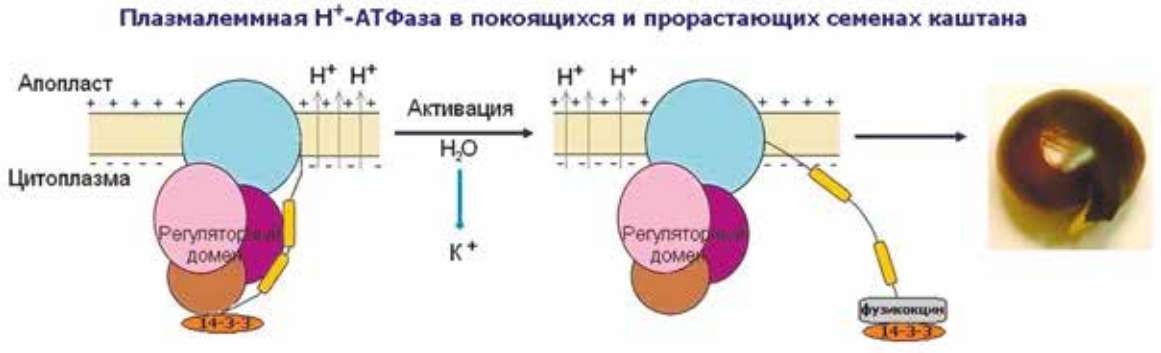
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Obroucheva N.V., Lityagina S.V., Sinkevich I.A. Plasma membrane H+-ATPase during embryo dormancy and dormancy release in horse chestnut seeds // Int J Cell Sci & Mol Biol. (2018) 4(3), 555638. DOI: 10.19080/IJCSMB.2018.04.555639. Obroucheva N.V. Participation of Plama Membrane H+-ATPase in Seed Germination // Int J Cell Sci & Mol Biol. (2017) 2(3), DOI:10.19080/IJCSMB.2017.02.555589.

Возьмите на заметку:

Без плазмалеммной H+-АТФазы нет прорастания.

Плазмалеммная H+-АТФаза в покоящихся семенах – возможная мишень действия АБК.



Первые дуалистичные дивинилэфирсинтазы - цитохромы P450 семейства CYP74

Смирнова Е.О., Горина С.С., Фатыхова В.С., Аскарова Е.К., Мухтарова Л.Ш., Топоркова Я.Ю., Гречкин А.Н.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-403
E-mail: yelena.smirnova@aiesec.net

Дивинилэфирсинтазы (ДЭС) вместе с алленоксидсинтазами (АОС), гидропероксидлиазами (ГПЛ) и эпоксиалкогольсинтазами (ЭАС), относятся к семейству CYP74. На сегодняшний день, ДЭС обнаружены у небольшого числа видов растений. Недавно у ферментов подсемейства CYP74C, которые ранее считались ГПЛ, была обнаружена ЭАС активность. Это позволило по-новому взглянуть на механизмы каталитического действия ферментов CYP74. Объектами данной работы стали три ДЭС подсемейств CYP74B, D и Q. Фермент CYP7 4B16 льна-долгунца (LuDES) катализировал превращение 13-гидроперекиси линоленовой кислоты (1 3ОТ) в дивиниловый эфир, а 13-гидроперекиси линолевой кислоты (1 3Од) - в основном в эпоксиспирт, продукт ЭАС. Подобными свойствами обладает и ДЭС лютика едкого (CYP74Q1, RaDES), которая также как и ДЭС льна является 13-специфичной. Таким образом, данные ферменты обладают ДЭС/ЭАС активностью. ДЭС табака (CYP74D3, NtDES) является 9-специфичным ферментом. При участии данного фермента 9ОД превращается в продукт характерный для 9-специфичных ДЭС. Но в реакциях с 9-ОТ образуются в равных количествах продукты ДЭС и ГПЛ, таким образом, 9-специфичный фермент табака обладает ДЭС/ГПЛ активностью. РФФИ 18-34-01012 мол_а

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Toporkova Y.Y. et al. Double function hydroperoxide lyases/epoxyalcohol synthases (CYP74C) of higher plants: identification and conversion into allene oxide synthases by site-directed mutagenesis // BBA (1863) 4: 369-378. doi: 10.1016/j.bbalip.2018.01.002.

Возьмите на заметку:

13-специфичные ДЭС льна-долгунца и лютика едкого обладали дополнительной ЭАС активностью, в то время как 9-специфичная ДЭС табака проявляла дополнительную ГПЛ активность. Эти данные позволяют по-новому взглянуть на механизмы катализа ферментов CYP74.

Роль эмбрионального фотосинтеза и хлорофиллов в формировании семян

Смоликова Г.Н.[1], Широглазова О.В.[1], Виноградова Г.Ю.[2], Леппянен И.В.[3], Яковлева О.В.[4], Долгих Е.А.[3], Титова Г.Е.[2], Медведев С.С.[1]

[1]Кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Лаборатория эмбриологии и репродуктивной биологии, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Лаборатория молекулярной и клеточной биологии, Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии РАН, Санкт-Петербург, Россия,
[4]Лаборатория анатомии и морфологии растений, Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-404
E-mail: g.smolikova@spbu.ru

У растений-хлороэмбриофитов фотосинтез происходит не только в листьях, но и в развивающихся семенах, которые содержат хлорофиллы (Хл) и фотохимически активные хлоропласты. Основная функция световых реакций фотосинтеза в формирующихся зародышах состоит в генерации НАДФН и АТФ, которые расходуются на синтез жирных кислот. При этом основным источником углерода является не CO_2, а поступающая из материнского растения сахароза. Как правило, Хл разрушаются на поздних стадиях созревания семян по мере накопления запасных питательных веществ. Однако, у многих видов (напр., рапс) деградация эмбриональных Хл часто происходит не полностью, что существенно снижает качество зрелых семян. С другой стороны, у некоторых видов (напр., зеленый горох), Хл в семенах вообще не разрушаются. В докладе будут представлены результаты сравнительного анализа эмбриогенеза растений гороха и рапса, включающие превращение пластид, динамику фотохимической активности, содержание Хл и экспрессию генов, которые контролируют деградацию Хл. Обсуждаются механизмы прекращения фотосинтеза и катаболизма Хл при созревании семян с желтыми и зелеными зародышами.

Грант РНФ № 16-16-00026.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Smolikova G. et al. Photochemical activity changes accompanying the embryogenesis of pea (Pisum sativum L.) with yellow and green cotyledons // Functional Plant Biology (2018) 45(1-2): 228–235.

Smolikova G. et al. Genetic and hormonal regulation of chlorophyll degradation during maturation of seeds with green embryos // International Journal of Molecular Sciences (2017) 18(9):1993.

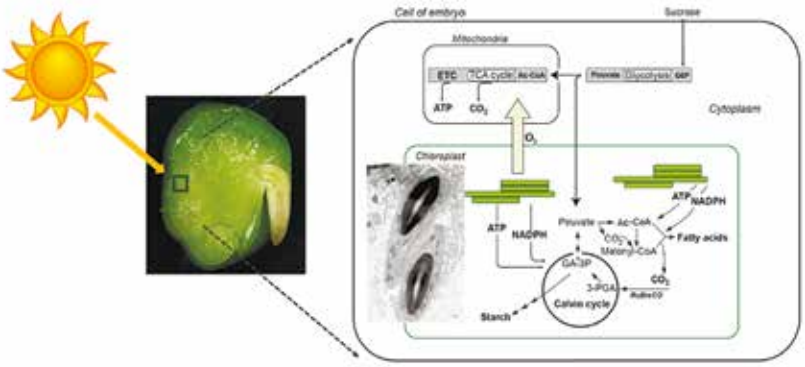
Смоликова Г.Н., Медведев С.С. Фотосинтез в семенах хлороэмбриофитов // Физиология растений (2016) 63(1): 3-16.

Возьмите на заметку:

Эмбриональный фотосинтез важен для накопления запасных питательных веществ в семенах.

Эмбриональные хлорофиллы (Хл) должны деградировать при созревании семян.

Остаточные Хл ускоряют старение семян, способствуя развитию окислительных процессов.



Анализ реактивных карбонильных соединений в растительных экстрактах ультра высокоэффективной хромато-масс-спектрометрией

Соболева А.В.[1,2], Кисель Э.В.[1], Паудель Г.[2,3], Гришина Т.В.[1], Билова Т.Е.[2,4], Биркемайер К.[3], Фролов А.А.[1,2]

[1]Кафедра биохимии, биологический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Отдел биоорганической химии, Институт биохимии растений им. В. Лейбница, Галле (Заале), Германия,
[3]Факультет химии и минералогии, Институт аналитической химии, Лейпцигский университет, Лейпциг, Германия,
[4]Кафедра физиологии и биохимии растений, биологический факультет, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

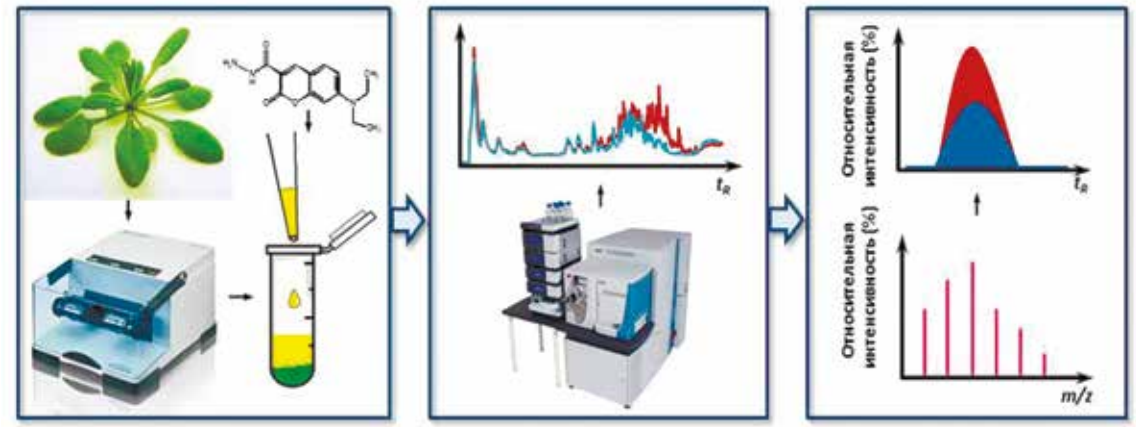
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-405

E-mail: st021585@student.spbu.ru

Перекисное окисление липидов представляет собой одну из основных причин окислительного повреждения клеточных белков. Под воздействием абиотических стрессоров, в частности, засухи, скорость генерации активных форм кислорода (АФК) в растительных тканях увеличивается, что приводит к повышению содержания в них высоко-реактивных карбонильных соединений (ВРКС). Как следствие, наблюдается накопление ВРКС-модифицированных белков. Для изучения паттернов карбонильных метаболитов, семинедельные растения *A. thaliana* были подвергнуты действию засухи в течение 3 – 10 дней, после чего, листья были заморожены и экстрагированы метанолом. После дериватизации ВРКС 7-(диэтиламино)-кумарин-3-карбогидразидом и экстракции дериватов метил-трет-бутиловым эфиром, карбонильные соединения анализировались с помощью хромато-масс-спектрометрии высокого разрешения. В результате, было идентифицировано и охарактеризовано более 200 ВРКС, были описаны характеристические профили содержания метаболитов. Для сравнения контрольной и экспериментальной групп применялся относительный количественный анализ без меченных стандартов. На основе полученных данных был проведен анализ карбонильного протеома.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Soboleva A., Grishina T., Stefanov V., Frolov A., Birkemeyer C. Profiling of reactive carbonyl compounds in biological samples by liquid chromatography-mass spectrometry. // Abstracts Posterbeiträge. 49. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Massenspektrometrie. 2016 — Hamburg, Germany. 2016. P. 125.



Обнаружение и первичная характеристика штамма *Rotia amarae sp. nov.* в суспензионной культуре клеток *Arabidopsis thaliana* (Heynh.)

Соколов А.О., Дыкман Л.А., Соколов О.И., Соколова М.К., Галицкая А.А.

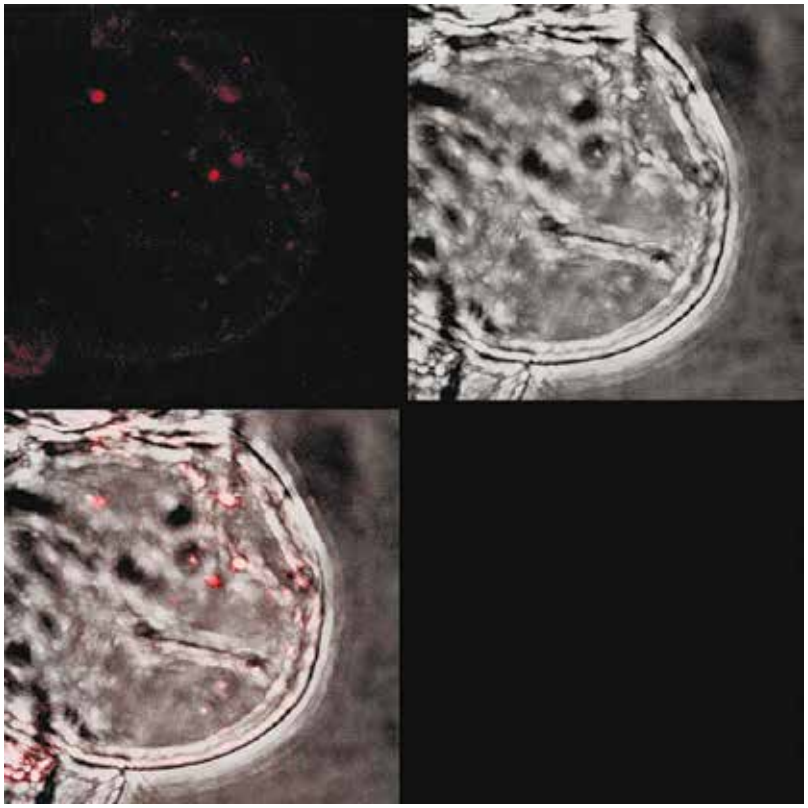
ФГБУН "Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН", Саратов, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-406
E-mail: sashsokolow@mail.ru

Суспензионные культуры клеток растений являются удобной моделью для изучения процессов взаимодействия с микроорганизмами. При введении экспланта в культуру могут сохраняться бактерии, которые сосуществуют с растением, как в эндо-, так и в экзосимбиотическом состоянии. Цель работы – проверка суспензионной культуры клеток *A. thaliana* на бактериальное присутствие с последующей идентификацией микроорганизмов. В работе использовали конфокальную и электронную микроскопии, метод динамического светорассеяния, микробиологические методы, 16S рРНК идентификацию, а также получение поликлональных антител и иммуноцитохимические методы. Из суспензионной культуры клеток *Arabidopsis thaliana* (Heynh.) выделены и идентифицированы бактерии, длительное время латентно сосуществующие с растительными клетками. По итогам секвенирования 16S рРНК выделенная микрофлора идентифицирована как *Rothia amarae*. При помощи микробиологических, микроскопических и иммунохимических методов подтверждено соответствие полученного изолята виду *Rothia amarae*. Является ли выделенный штамм истинным симбионтом остается открытым в контексте взаимодействий с растениями.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 18-04-00469.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Соколов А.О. и др. Влияние наночастиц золота и серебра на рост суспензионной культуры клеток Arabidopsis thaliana // Российские нанотехнологии (2017) 12: 42-48.



Опасен ли эпилитный лишайник *Rusavskia elegans* (Link) S. Y. Kondr. et Kärnefelt для стен Соловецкого кремля?

Сонина А.В.[1], Марковская Е.Ф.[1], Кособрюхов А.А.[2]

[1]ФГБО ВО "Петрозаводский государственный университет", Петрозаводск, Россия,
[2]ФГБУН "Институт фундаментальных проблем биологии РАН", Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-407
E-mail: angella_sonina@mail.ru

Эпилитные лишайники традиционно расцениваются как биодеструкторы каменного субстрата. Негативно было оценено и действие эпилитного лишайника *Rusavskia elegans* на валунные стены Соловецкого кремля. Необоснованное уничтожение лишайников со стен кремля во время реставрационных работ привело к изменению облика памятника культурного наследия и послужило сновением для научного исследования влияния эпилитного лишайника *R. elegans* на состояние валунного субстрата. Изучены морфолого-анатомические и физиологические показатели талломов (содержание фотосинтетических пигментов и скорости фотосинтеза) на 22 поверхностях стен разной экспозиции.

Установлено, что обрастания *R. elegans* на валунных стенах поддерживаются за счет высокой пластичности анатомических и физиологических показателей (CV ширины талломов, содержания фотосинтетических пигментов, интенсивности фотосинтеза >30%) и не связаны с агрессивным отношением этого вида к субстрату. Скорее, этот лишайник защищает стены кремля от воздействия сильных ветров, снежной и ледяной крупки; обеспечивает защиту от расселения агрессивных к субстрату накипных видов лишайников за счет значительного проективного покрытия (до 60 % до очистки).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сонина А.В., Марковская Е.Ф. Видовое разнообразие прибрежных эпилитных лишайников и эколого-физиологические особенности отдельных видов в условиях острова Большого Соловецкого (Архангельская область) // Фундаментальные исследования (2013) 10: 1275-1279.

Возьмите на заметку:

На основании изучения морфолого-анатомических и физиологических показателей талломов лишайника *Rusavskia elegans* установлено, что данный вид не оказывает деструктивного влияния на валунные стены Соловецкого кремля.

Симбиотические микроорганизмы в системе "картофель-колорадский жук"

Сорокань А.В., Беньковская Г.В., Бурханова Г.Ф., Максимов И.В.

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-408
E-mail: fourtyanns@googlemail.com

Сосуществование бактериальных симбионтов с хозяином - важный фактор эволюционного успеха макросимбионта, так как сообщество микроорганизмов является генетически более пластичной системой, нежели их хозяин. Этим может объясняться пластичность и широкая экспансия фитофагов, например, Leptinotarsa decemlineata. Использование эндофитов картофеля может стать эффективным барьером для вредителей. Мы исследовали систему *L. decemlineata+Enterobacter hormaechei* (Eh) (наиболее распространенный симбионт на Южном Урале)/*S. tuberosum+Bacillus subtilis* 26Д (эндофит, стимулирует системную устойчивость к патогену). Eh есть в имаго и мало в личинках. Поедание жуками вызывает меньший защитный эффект в растениях, жуки с дефицитной микрофлорой и личинки выбирают растения, поврежденные жуками с нормальной флорой, либо обработанные Eh. Обработка растений Bs 26Д стимулирует защитные реакции растений, «отпугивает» жуков в choice-tests, снижает активность нейро-имунной системы жука при питании в no-choice tests. Bs 26Д подавляет рост Eh *in vitro* и содержание КОЕ Eh в кишечнике жука.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ 17-44-020347 р_а и 18-34-00021 мол_а.

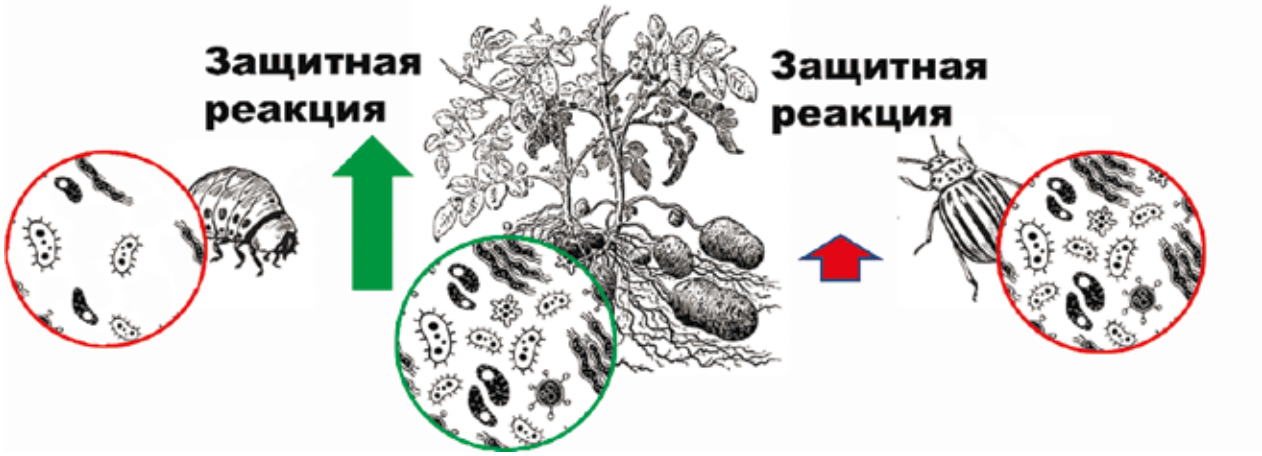
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Sorokan A.V., Ben'kovskaya G.V., Maksimov I.V. The influence of potato endophytes on Leptinotarsa decemlineata endosymbionts promotes mortality of the pest //Journal of Invertebrate Pathology. 2016. V.136. P. 65–67.

Сорокань А.В., Румянцев С.Д., Беньковская Г.В., Максимов И.В. Экологическая роль микросимбионтов во взаимоотношениях растений и насекомых-фитофагов // Успехи современной биологии. 2017. Т.137. № 2. С. 135-149.

Возьмите на заметку:

Совсем коротко: Кишечные симбионты помогают колорадскому жуку подавлять защиту растений, а эндофиты помогают растениям защищаться от колорадского жука.



Использование JIP-теста для исследования функциональной инактивации ФС II при адаптации сосны обыкновенной к низким температурам

Софронова В.Е.[1], Антал Т.К.[2]

[1]Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", Якутск, Россия,
[2]ФГБО ВПО "Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-409

E-mail: vse07_53@mail.ru

JIP тест на основе параметров OJIP кривых не применялся для характеристики первичных процессов фотосинтеза при холодовой адаптации древесных растений в Центральной Якутии (регион с экстремально холодным климатом). Нами *in situ* отслежена сезонная динамика OJIP кривых для хвои первого года с конца августа до конца октября. Сезонное снижение среднесуточной температуры от +10…+12°C до −8…−16°C, сокращение фотопериода с 14 до 9 ч формируют зимнее состояние ФСА. Максимальное снижение фотохимической активности (параметр Fv/Fm) и способности ФС II к восстановлению ПХ пула (параметр (1 – Vj), наблюдали в период с 19.09 по 6.10, когда температура изменялась незначительно, но происходил переход через 0°C. Параметр (1 – Vj) достигал нулевых значений в начале октября, а параметр Fv/Fm – в конце октября. Сначала ФС II полностью теряла способность восстанавливать ПХ пул, а затем – способность к первичному разделению зарядов и восстановлению Q_A. К 24 октября при −8…−16°C оставшиеся комплексы ФС II полностью теряли остаточную фотохимическую активность в результате дезинтеграции КВК. OJIP кривые характеризовались начальным подъемом до уровня J и последующим снижением ниже начального уровня O.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

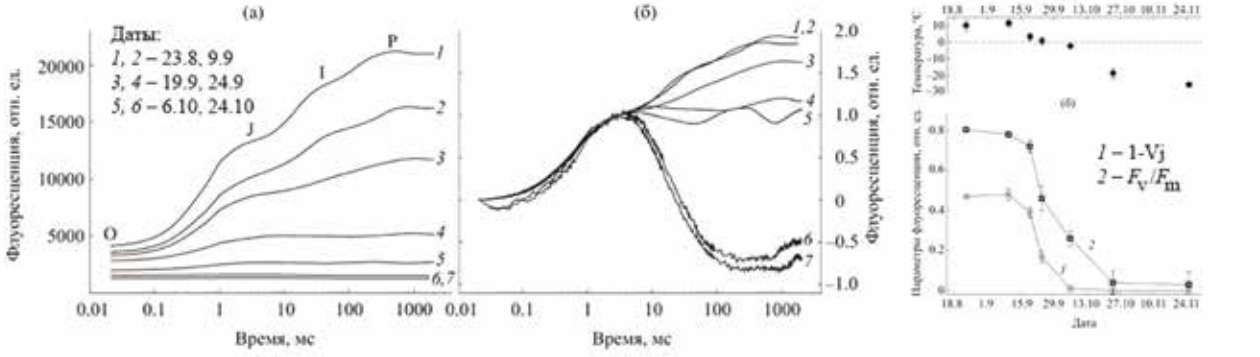
Софронова В. Е. и др. Сезонные изменения первичных процессов фотосинтеза при низкотемпературной адаптации хвои Pinus sylvestris в Центральной Якутии // Физиология растений (2018) 65: 331-339. doi: 10.1134/S0015330318050160

Софронова В. Е. и др. Фотозащитные механизмы в фотосистеме II Ephedra monosperma в период формирования морозоустойчивого состояния // Физиология растений (2014) 61: 798-807. doi: 10.7868/S0015330314060189

Возьмите на заметку:

1. Действие +3…−3°C продолжительностью 10-15 дней приводит к нарушению электронного транспорта в ПХ пул и полной функциональной инактивации комплексов ФС II

2. При наступлении отрицательных температур (−8…−16°C) происходит дезинтеграция КВК



Эндосимбиоз хлоропластов: исторический аспект и современные проблемы

Стадничук И.Н., Кузнецов В.В.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россияя
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-410
E-mail: stadnichuk@mail.ru

Теория эндосимбиоза хлоропластов (Мережковский, 1905) стала крупнейшим достижением отечественной и мировой биологии XX века и одной из основ теории эволюции. Последующие исследования безоговорочно подтвердили теорию. Выявлены древность происхождения цианобактерий (≥2.5 млрд. лет) и глубочайшее сходство их фотосинтетического аппарата с пластидами, включая первичную структуру ДНК и оперонную организацию генов. Получены доказательства первичных и вторичных эндосимбиозов, и установлены несколько пигментных линий эукариотов с двух-, трех- и четырехмембранными хлоропластами. Найдены транзиторные эндосимбиозы оксигенных фотосинтетиков с беспозвоночными и третичные эндосимбиозы у ряда одноклеточных водорослей. Установлена передача большинства пластидных генов в ядерный геном и зафиксирован латеральный перенос генов от хлоропластов к митохондриям. Последовательности ядерных и пластидных геномов у различных систематических групп водорослей и высших растений, синхронизация биосинтеза белков в ядре и хлоропласте и транспорт белковых продуктов из цитоплазмы в хлоропласт благодаря транслоказам и наличию транзиторных и сигнальных пептидов являются предметом современных исследований.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

И.Н. Стадничук, И.В. Тропин, Феномен смены антенны в эволюции оксигенных фотосинтетиков // Глава коллект. монографии «Фотосинтез: открытые вопросы и что мы знаем сегодня» (Ред. С.И. Аллахвердиев, А.Б. Рубин, В.А. Шувалов). Иж. Инст. комп. исследований. Ижевск-Москва. 2013, С. 507-533.

Кузнецов В.В. Хлоропласты. Структура и экспрессия пластидного генома. Физиология растений. 2018, 65, 243-255.

Сравнительный анализ биохимического состава и структурно-функциональных особенностей клевера лугового (*Trifolium pretense* L.) флоры районов Республики Татарстан

Степанов Н.С., Тимофеева О.А, Огороднова У.А., Мухамадеева Д.И.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-411
E-mail: nik.step97@mail.ru

Под воздействием факторов внешней среды, стрессоров и условий произрастания,

формируются физиолого-биохимические особенности растений, позволяющие выявить классические районы заготовки каждого вида и получить представление о локализации и содержании БАВ в процессе роста растений. Цель работы: выявление характера изменчивости биохимического состава, изучение структурированности и соотношения содержания биологически активных соединений *Trifolium pretense* L., обусловленных условиями произрастания.

Изучали образцы растений, произрастающие в 4-х районах Республики Татарстан (Тетюшский, Верхнеуслонский, Зеленодольский, Лаишевский) с учетом их морфофункциональных и популяционных характеристик. В результате исследования получены следующие данные: количество флавоноидов, фенольных соединений и витамина С было больше в образцах из зоны широколиственной лесостепи (Тетюшский район); наивысшее содержание провитамина А - в зоне хвойно-широколиственных лесов (Зеленодольский район).

Таким образом, содержание биологически активных соединений во многом определяется географическим положением популяций. Для выявления закономерностей будут проведены дальнейшие исследования.

Возьмите на заметку:

Выявление наиболее благоприятных условий для произрастания клевера лугового позволит получить сырье с наивысшим количеством БАВ для дальнейшего использования в промышленном производстве.

Уровень содержания БАВ в клевере луговом, произрастающем в различных районах Республики Татарстан

Trifolium pretense L.

Морфогенетические аспекты проблемы целостности растения

Степанов С.А., Касаткин М.Ю., Страпко А.М.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-412
E-mail: hanin-hariton@yandex.ru

Проблема целостности растительного организма является центральной для современной биологии растений. Существующие гипотезы интеграции можно разделить на две основные парадигмы: 1) растения являются многоклеточными эукариотными системами; 2) растение определяется как организм, в котором выделяют один или несколько командных центров интеграции. Эта парадигма представлена несколькими гипотезами. Ни одна из существующих гипотез не принимает во внимание фитомерный принцип организации растения. В экспериментах с дефолиацией листьев установлено, что инициация, рост и развитие каждого фитомера осуществляется скоординировано с ростом и развитием конуса нарастания побега, морфогенезом других ранее образованных фитомеров. При этом зона узла стебля является важным интеграционным центром, объединяя проводящие пучки смежных фитомеров. Цитофотометрическим методом выявлено многократное повышение (2 – 3 раза) оптической плотности в узловой зоне стебля пшеницы, косвенно свидетельствуя о значимости поддержания константности светового градиента. При затенении верхних узлов стебля до начала цветения растений отмечено изменение степени развития зародышей зерновок в колосе пшеницы.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

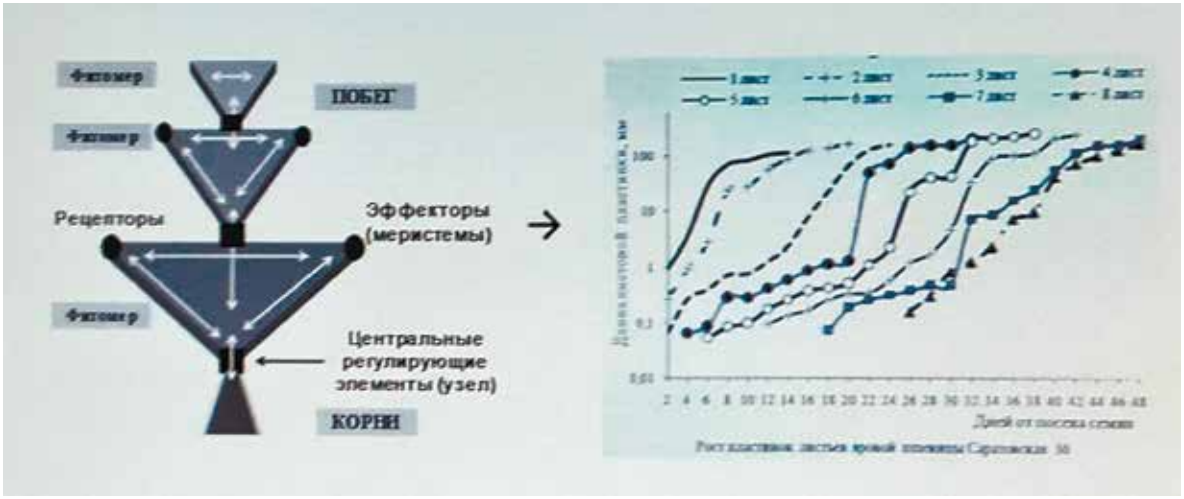
Степанов С.А. Проблема целостности растения на современном этапе развития биологии // Известия СГУ. Серия Химия, биология, экология. Вып.2. 2008. Т.8. С.50-57.

Касаткин М.Ю., Загнухина Н.А., Степанов С.А. Изменение спектральных характеристик тканей элементов фитомеров побега в онтогенезе пшеницы // Бюллетень Бот. сада Саратовского гос. ун-та. Том 15. Вып.3. Саратов, 2017. С.58-65. DOI: 10.18500/1682-1637-2017-15-3-58-65

Возьмите на заметку:

1. Удаление пластинки первого листа приводит к морфогенетическим реакциям со стороны конуса нарастания, листьев и междоузлий побега.

2. Затенение верхних узлов побега до начала цветения растений отражается на формировании структур зародыша.



Влияние условий культивирования на содержание биологически активных флавонов в *in vitro* культурах шлемника байкальского

Степанова А.Ю., Соловьева А.И., Саламайкина С.А.

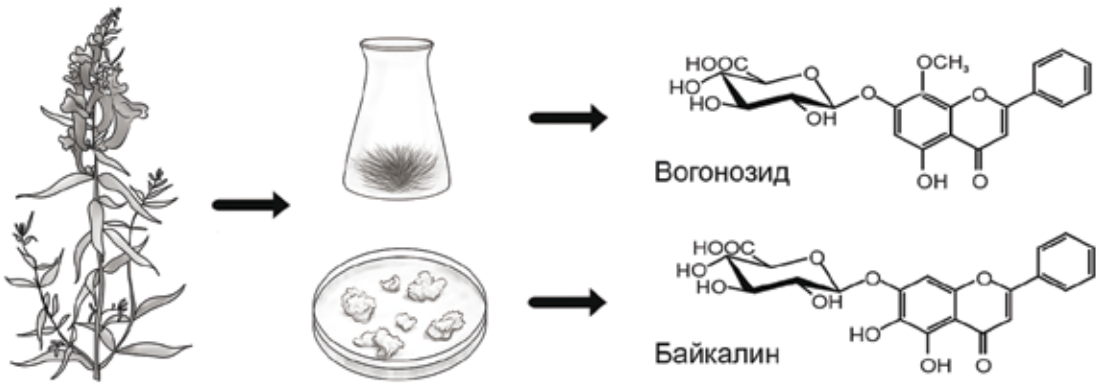
ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-413
E-mail: step_ann@mail.ru

Флавоны шлемника байкальского, прежде всего, глюкурониды – байкалин и вогонозид и их агликоны – байкалеин и вогонин являются веществами, востребованными в медицине и косметологии, так как обладают широким спектром фармакологического действия. В связи с сокращением ареала произрастания шлемника, актуально использование биотехнологических подходов для получения его биомассы, т.е. выращивание растительного материала в условиях *in vitro*. В работе изучали влияние гормонального состава, плотности среды, освещения на содержание флавонов. Показано, что содержание байкалина – основного флавона шлемника было выше в каллусах и суспензиях по сравнению с *hairy roots*. При пересадке каллусов на среду без добавления гормонов соотношение флавонов изменялось в сторону содержания агликонов, которые обладают более выраженной физиологической активностью по сравнению с глюкуронидами. В *hairy roots* преобладал другой глюкуронид, вогонозид и его агликон – вогонин, обладающие противоопухолевым действием, содержание которых в интактных растениях невелико. При действии света разного спектрального состава показано повышение уровня содержания флавонов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Elkin Y.N, Kulesh, N.I., Stepanova A.Y., Solovieva, A.I. et al. Methylated flavones of the hairy root culture Scutellaria baicalensis // Journal of plant physiology (2018) 231: 277-280. doi: 10.1016/j.jplph.2018.10.009.

Dikaya, V.S., Solovyeva, A.I., Stepanova, A.Y. et al. The relationship between endogenous β-glucuronidase activity and biologically active flavones-aglycone contents in hairy roots of baikal skullcap // Chemistry and biodiversity (2018) 15(2). doi: 10.1002/cbdv.201700409.



Особенности анализа динамики фотосинтетической активности каллусных культур *Triticum* L.

Ступко В.Ю.[1], Зобова Н.В.[2], Гаевский Н.А.[2]

[1]Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, Россия,
[2]ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-414
E-mail: stupko@list.ru

Создание системы выбраковки нерегенерантных каллусов на ранних этапах культивирования является актуальной задачей с позиции снижения материальных и трудовых затрат при получении потомства *in vitro*. Фотосинтетическая активность (ФА) каллусной культуры (КК) могла бы стать одним из параметров подобного отбора. Однако КК зерновых культур, в частности рода *Triticum*, характеризуются неоднородностью зон фотосинтеза, что затрудняет анализ динамики ФА. Сопоставление изменений ФА и площади фотосинтезирующей поверхности во времени с 1-х по 17-е сутки культивирования КК на средах пролиферации выявило, что пики графиков ФА КК не всегда сопряжены с активным развитием культуры и зачастую возникают из-за сокращения площади хлорофиллсодержащих областей (ХСО), Уже к 3-им суткам видны различия в реакции каллусов на условия культивирования, когда индуцированный стресс (NaCl 0.42%) вызывает отмирание ХСО на фоне роста абсолютных значений параметров ФА. Их снижение, указывающее на старение культуры, иногда происходит на фоне роста ХСО. И если однонаправленное изменение этих двух параметров интерпретируется однозначно, то для оценки разнонаправленных изменений необходим дополнительный анализ данных.

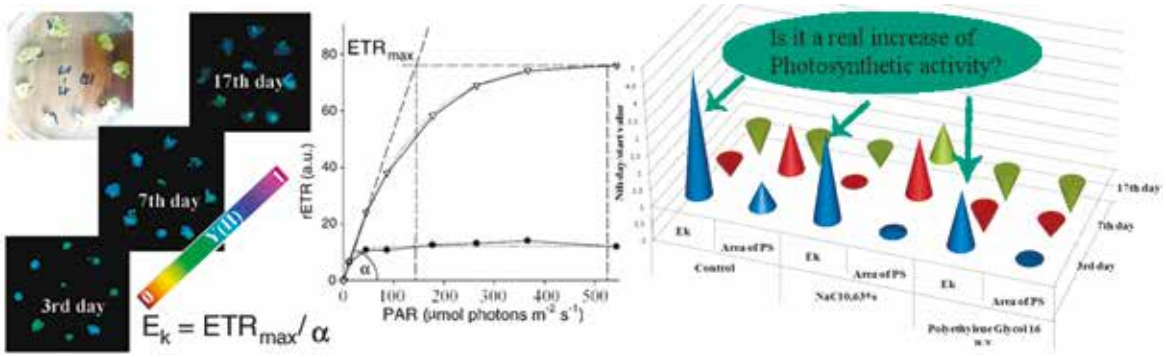
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Терлецкая Н.В., Зобова Н.В., Ступко В.Ю., Искакова А.Б., Луговцова С.Ю., Курманбаева М.С. Изучение устойчивости фотосинтетического аппарата мягкой пшеницы (T. aestivum L.) и ее диких сородичей к абиотическим стрессорам in vivo и in vitro. – Алматы, 2017. – 172 с.

Terletskaya, N., Zobova, N., Stupko, V., Shuyskaya, E. Growth and photosynthetic reactions of different species of wheat seedlings under drought and salt stress // Period biol, 2017, Vol 119, No 1, P. 37–45.

Возьмите на заметку:

Не инвазивное определение фотосинтетической активности и площади фотосинтезирующей поверхности пролиферирующего каллуса позволило установить, что при интерпретации динамики этих процессов необходим анализ характера изменений обоих показателей.



Физиологические изменения у винограда с различной устойчивостью к милдью при заражении на фоне иммуноиндуцирующих обработок

Сундырева М.А.

ФГБНУ "Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия", Краснодар, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-415
E-mail: taurim2012@yandex.ru

Исследованы метаболические и транскрипционные изменения двух сортов винограда с различной устойчивостью к оомицету *Plasmopara viticola* на фоне обработок различными классами иммуностимулирующих препаратов. Решающее значение в устойчивости винограда имеют изменения в первые 48 часов после инокуляции патогеном. Наиболее значимыми чертами устойчивого генотипа являются низкое содержание малонового диальдегида (МДА), высокие активность антиоксидантных ферментов, образование виниферина, уровень экспрессии защитных генов при разных типах стимуляции. Особенность неустойчивого генотипа - образование пицеида при иммуностимуляции, развитие стрессового состояния, накопление аскорбата, нарушение активности пероксидаз. Было установлено, что наибольшей иммуностимулирующей активностью обладают обработки салицилатом и метилжасмонатом, что активирует большее количество защитных генов, и позволяет настраивать обменные процессы в неустойчивом генотипе. Эти заблаговременные реакции позволили растению существенно снизить степень поражения патогеном, однако полного ингибирования развития патогена не происходило.

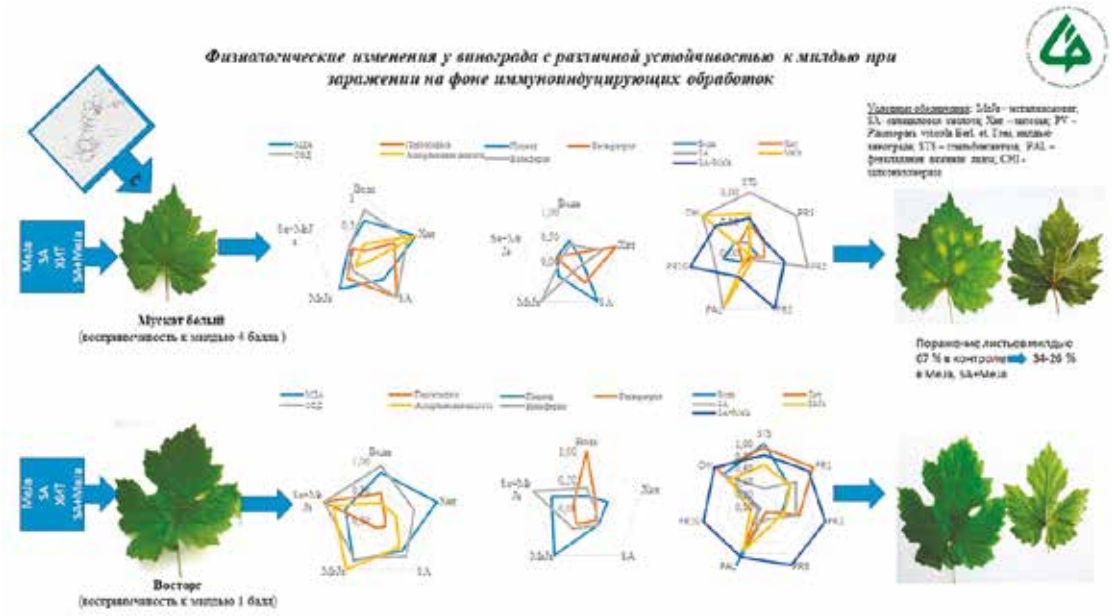
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Сундырева М.А., Ушакова Я.В., Антоненко М.В. Метаболические изменения у сортов винограда с различной устойчивостью при заражении милдью. Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 12. С. 15-23.

Сундырева М.А., Ушакова Я.В. Физиолого-биохимические изменения у винограда с контрастной устойчивостью к милдью при обработке индукторами иммунитета. Магарач. Виноградарство и виноделие. 2018. № 3 (105). С. 50-52.

Возьмите на заметку:

У устойчивого сорта в противоположность неустойчивому – понижение стрессовых показателей и активация антистрессовых реакций при индуцирующем воздействии. Неустойчивому сорту для снижения поражения нужна заблаговременная подготовка защитных реакций.



Экспрессия генов кальмодулинов и кальмодулин-подобных белков под воздействием абиотических стрессов в винограде амурском *Vitis amurensis* Rupr.

Супрун А.Р., Огнева З.В., Алейнова О.А., Ананьев А.А., Киселев К.В., Дубровина А.С.

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии Дальневосточного отделения РАН, Владивосток, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-416
E-mail: 89146508570@yandex.ru

Известно, что кальций-сенсорные белки кальмодулины (Cam) и кальмодулин-подобные белки (CML) играют одну из ключевых ролей в адаптации растений к стрессам, однако молекулярно-генетический механизм регуляции стрессовых сигнальных путей этими белками малоизучен. Цель работы – изучение роли транскрипции генов *CaM* и *CML* в адаптации высокоустойчивого вида винограда *V. amurensis* к абиотическому стрессу. Исследовано влияние холодового, солевого, теплового и осмотического стрессов на транскрипцию генов *Cam* и *CML* у *V. amurensis* с помощью количественного ПЦР. Определены гены *CaM* и *CML*, наиболее значительно изменяющие экспрессию. Клонированы и секвенированы кодирующие последовательности полноразмерных мРНК основных представителей семейств *CaM* и *CML V. amurensis* (60 генов *CML* и 4 гена *CaM*). Установлено, что экспрессия 25 генов *CML* и 2 генов *CaM* значительно возрастала в ответ на воздействие тестируемых абиотических стрессов, в то время как экспрессия 18 генов *CML* и 1 гена *CaM* значительно уменьшалась. Таким образом, некоторые гены *CaM* и *CML* могут играть важную роль в адаптации дикого винограда к неблагоприятным условиям внешней среды.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (18-04-00284).

Возьмите на заметку:

Гены кальмодулинов (Cam) и кальмодулин-подобных белков (CML) играют важную роль в адаптации дикого винограда к различным неблагоприятным условиям внешней среды.

Влияние режима светодиодного освещения на морфогенез и метаболизм растений салата

Сурнина Е.Н.[1], Буренина А.А.[1], Астафурова Т.П.[1], Туранов С.Б.[2]

[1]ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Томский государственный университет", Томск, Россия,
[2]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-417
E-mail: agronomia@mail.tsu.ru

Выяснение особенностей роста и развития растений в условиях различного светового режима является определяющим фактором при создании высокоэффективных осветительных устройств для выращивания растений. Экспериментальные исследования проводили с использованием светодиодной установки, которая позволяет в автоматическом режиме контролировать интенсивность (210 мкмоль/м^{2}с) и спектральный состав освещения, характеризующийся сплошным спектром с максимумами в области 445 и 640 нм. Изучали стационарный и динамический режимы, при которых соотношение отдельных участков спектра в области ФАР менялось с заданной периодичностью. Объектом исследования являлись растения салата. Сравнительную оценку проводили по морфометрическим и биохимическим показателям по общепринятым методикам. Результаты исследований показали, что параметры морфогенеза – суммарная площадь листьев, масса и высота растений, выращенных при динамическом режиме, были значительно выше, чем при стационарном. Более высокое содержание нитратов, каротиноидов, флавоноидов в листьях салата в стационарных условиях указывают на менее благоприятный режим освещения. Выявлены разные стратегии адаптации растений к спектральному составу света.

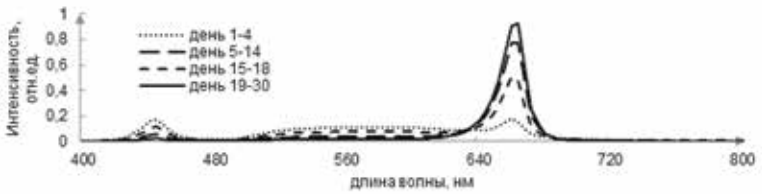
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Корепанов В.И., Туранов С.Б. Адаптивная система облучения растений в теплицах // Электронные средства и системы управления, 2017. № 1. С. 268-270.

Yamburov M.S, Romanova S.B., Smolina V.M., Burenina A.A., Astafurova T.P., Turanov S.B., Romanenko S.A. The influence of different lighting sources on growth and development of tomato plants – IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019 (in print).

Возьмите на заметку:

Применение разных участков спектра оптического излучения позволяет влиять не только на структурно-функциональные характеристики растений, но и регулировать урожайность, продлевать срок хранения, изменять обмен веществ, улучшать питательные свойства.



Влияние брассиностероидов на гравитропизм побегов выявляет новую функцию маннанов клеточных стенок

Суслов Д.В.[1], Сомссих М.[2], Ванденбуше Ф.[3], Иваков А.[4], Функе Н.[4], Рупрехт К.[4], Виссенберг К.[5], Ван Дер Стратен Д.[3], Перссон С.[2]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Университет Мельбурна, Мельбурн, Австралия,
[3]Университет Гента, Гент, Бельгия,
[4]Институт Макса Планка молекулярной физиологии растений, Потсдам, Германия,
[5]Университет Антверпена, Антверпен, Бельгия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-418
E-mail: d.suslov@spbu.ru

Гравитропизм побегов направляет рост воздушных органов растения к поверхности почвы после подземного прорастания семян. Брассиностероиды влияют на гравитропизм побегов, и они были использованы в качестве средства для выявления функций полимеров клеточных стенок во время роста этиолированных побегов. Способность гипокотилей арабидопсиса расти вверх подавлялась 24-эпибрассинолидом (ЭБЛ), но усиливалась брассиназолом (БРЗ) - ингибитором биосинтеза брассиностероидов. Данные эффекты сопровождались изменениями механики и состава клеточных стенок. Биохимические анализы клеточных стенок и конфокальная микроскопия с использованием целлюлозоспецифичного красителя понтамин S4B выявили то, что обработки ЭБЛ и БРЗ были связаны с изменениями организации макрофибрилл целлюлозы и содержания маннанов. Оказалось, что продольная переориентация макрофибрилл целлюлозы поддерживала рост вверх, тогда как присутствие маннанов уменьшало гравитропический изгиб. Торможение гравитропического изгиба маннанами является новой функцией для данного класса гемицеллюлоз. Ее открытие обеспечивает лучшее понимание эволюционных адаптаций, посредством которых водные предки наземных растений колонизировали сушу.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Vandenbussche F. et al. The role of brassinosteroids in shoot gravitropism // Plant Physiology (2011) 156: 1331–1336. doi: https://doi.org/10.1104/pp.111.177873

Somssich M. et al. Brassinosteroids control gravitropism by changing cellulose orientation and mannan content in Arabidopsis hypocotyls // bioRxiv (2019) doi: 10.1101/557777

Возьмите на заметку:

Маннаны тормозят гравитропический изгиб побегов.

При колонизации суши водными растениями маннаны, по-видимому, оказались недостаточно совершенными полисахаридами и постепенно вытеснялись в ходе эволюции другими классами гемицеллюлоз.

Транспорт воды в корнях интактных растений кукурузы в условиях повышенной концентрации CO_2

Суслов М.А.

Казанский институт биохимии и биофизики -обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-419

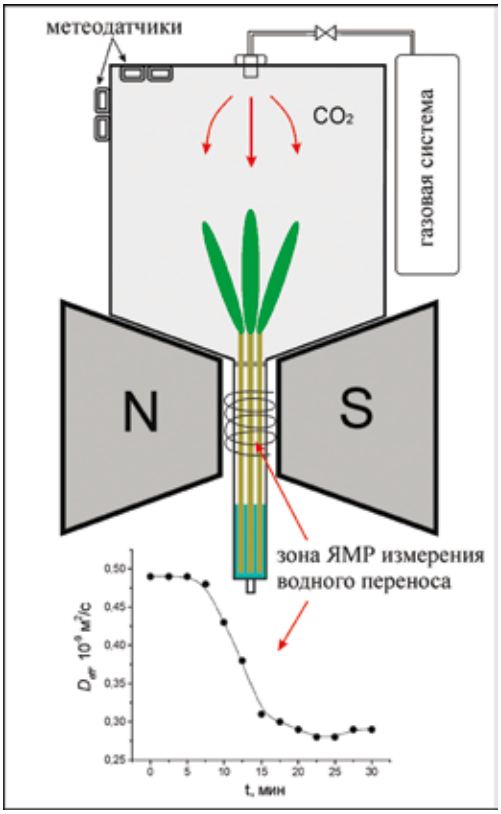
E-mail: makscom87@mail.ru

В связи с происходящим изменением климата, а также потребностью в увеличении продуктивности сельскохозяйственных культур, исследования влияния повышенной концентрации CO_2 на физиологические процессы в растениях, в частности на транспорт воды, не теряют свою актуальность. В данной работе, с использованием оригинальной техники на базе низкопольного ЯМР релаксометра исследован водный перенос в корнях интактных растений кукурузы при воздействии повышенной концентрации атмосферного CO_2 до 1%. Показано, что диффузионная водная проницаемость клеток в зоне всасывания корня уменьшается приблизительно в 1,5 раза при повышении уровня CO_2 в листовой зоне растений, что связывается с уменьшением устьичной проводимости и скорости транспирации. Динамика снижения водной проводимости в корнях зависит от концентрации CO_2. С помощью ингибиторного анализа показано, что аквапорины в клетках корней вовлечены в процесс изменения водной проводимости корней в ответ на повышение уровня CO_2.

Работа поддержана грантом РФФИ № 19-04-00820 А.

Возьмите на заметку:

Метод, представленный в работе, позволяет непрерывно регистрировать параметры водного переноса в корнях интактных растений при одновременном контроле концентрации CO_2 и O_2, а также температуры, влажности и давления окружающей среды.



Вызванный электрическими сигналами системный фотосинтетический ответ растений: феноменология, механизмы, физиологическая значимость и перспективы практического использования

Сухов В.С.

ФГАОУ ВО "Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского", Нижний Новгород, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-420

E-mail: vssuh@mail.ru

Генерация и распространение электрических сигналов (ЭС) является одним из механизмов формирования системного ответа растения на пространственно-неоднородное действие стрессоров. В частности, ЭС индуцируют развитие системного фотосинтетического ответа, который включает как кратковременную, так и длительную инактивацию фотосинтеза. Кратковременная инактивация связана, преимущественно, с увеличением внеклеточного pH, приводящим к снижению поступления CO_2 в клетки, и с уменьшением внутриклеточного pH, непосредственно влияющим на процессы световой стадии фотосинтеза. Возможным механизмом индуцированной ЭС длительной инактивации является увеличение концентрации стрессовых гормонов (абсцизовая и жасмоновая кислота) в листьях растения. По-видимому, итоговая роль системного фотосинтетического ответа заключается в повышении устойчивости растения к действию стрессоров, что открывает значительные перспективы для использования такого ответа в управлении устойчивостью сельскохозяйственных растений и в мониторинге их состояния (например, путем регистрации изменений фотохимического индекса отражения).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №17-76-20032).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Sukhov V. et al. Long-distance electrical signals as a link between the local action of stressors and the systemic physiological responses in higher plants // Progress in Biophysics and Molecular Biology (2019) [online early]. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2018.11.009

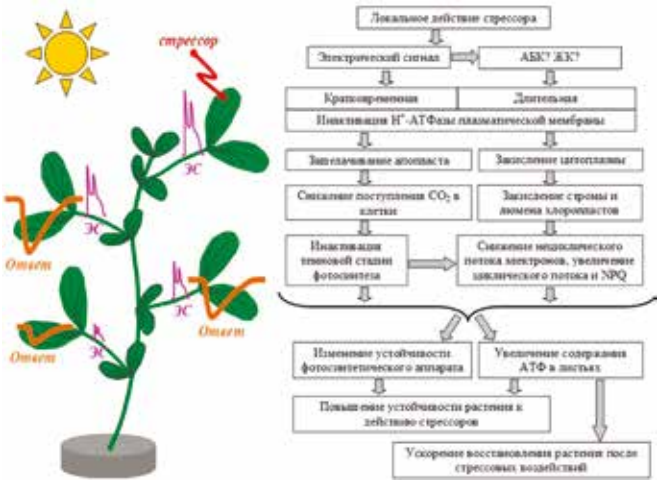
Sukhov V. Electrical signals as mechanism of photosynthesis regulation in plants // Photosynthesis Research (2016) 130: 373-387. doi: 10.1007/s11120-016-0270-x

Возьмите на заметку:

Электрические сигналы индуцируют развитие системного фотосинтетического ответа у растений.

Такой ответ вызван изменениями внутри- и внеклеточного pH.

Индуцированный сигналами ответ участвует в повышении устойчивости растения к действию стрессоров.



Оптическая модель распределения нефотохимического тушения в листе

Сухова Е.М., Сухов В.С.

ФГАОУ ВО "Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского", Нижний Новгород, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-421
E-mail: n.catherine@inbox.ru

Свет играет важную роль в энергетическом обмене растений, являясь источником энергии и регулятором фотосинтеза. При этом оптические свойства листа могут иметь решающее значение для протекания фотосинтетических процессов. Среди них можно выделить нефотохимическое тушение флуресценции хлорофилла a (qN), показывающее действие стрессоров на фотосинтетический аппарат. Нами предложена математическая модель, позволяющая оценить распределение qN по толщине листа. При этом описание распространения света сквозь лист основано на модели Кубельки-Мунка. Модель светового стресса включает основные компоненты qN (энергозависимая компонента и фотоингибирование), описание также включает регуляторную связь между компонентами нефотохимического тушения, состоянием реакционных центров и активацией электрон-транспортной цепи. Параметризация модели была осуществлена экспериментально. Дополнительно, нами экспериментально показана возможность влияния нефотохимического тушения на изменение пропускания света листом, что задает дальнейшие перспективы развития математической модели.

Работа была выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (Проект №18-34-00644 мол_а).

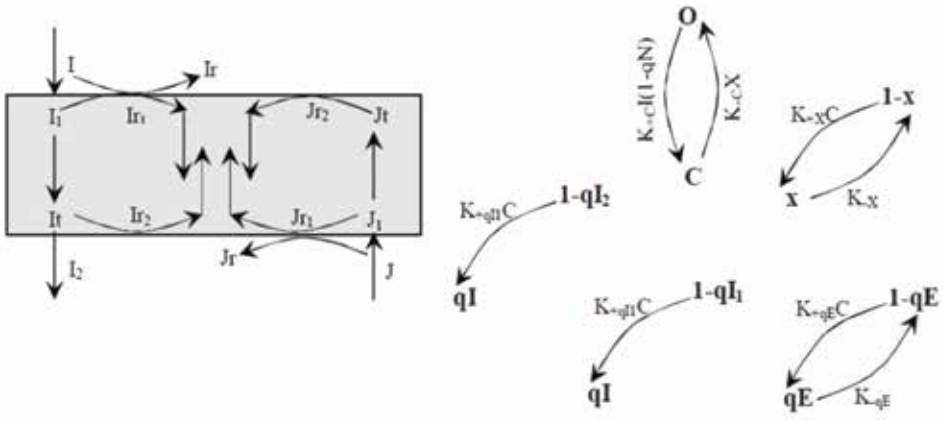
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Sukhova E., Sukhov V. Connection of the photochemical reflectance index (PRI) with the photosystem II quantum yield and the nonphotochemical quenching can be dependent on variation of photosynthetic parameters among investigated plants: A meta-analysis // Remote Sensing (2018) 10: article 771. doi: 10.3390/rs10050771

Возьмите на заметку:

1. Математическая модель распределения нефотохимического тушения по толщине листа – потенциальный инструмент для прогнозирования развития светового стресса у растения.

2. Нефотохимическое тушение может быть связано с пропусканием света листом.



Сравнительный анализ сезонных изменений физиолого-биохимических показателей побегов зимневегетирующих хвойных растений

Табаленкова Г.Н., Малышев Р. В.

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Сыктывкар, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-422

E-mail: tabalenkova@ib.komisc.ru

Создание искусственных плантаций с привлечением быстрорастущих видов древесных растений является перспективным направлением при лесовосстановлении. Для среднетаёжной зоны Республики Коми (РК) таким видом является *Pinus contorta*. Приведены результаты исследования физиолого-биохимических показателей побегов *Pínus sylvéstris* и *Pinus contorta.* В условиях РК *P.contorta* формирует значительную ассимилирующая поверхность, что компенсирует более низкий, чем у *P.sylvéstris* уровень фотосинтетической активности. По содержанию в побегах N, C, H, O, пигментов, углеводов и белков виды различаются незначительно. Оценка доли замерзшей воды в побегах не выявила различий между видами в летний, осенний и зимний периоды. Температуры фазового перехода вода-лед максимально сближены зимой, но значительно расходятся в начале вегетации. Способность побегов *P. contorta* к отрастанию при низких положительных температурах и длинный вегетационный период создают существенное преимущество по скорости прироста перед *P. sylvéstris.* Физиолого-биохимические показатели побегов *P. contorta* соответствуют климатическим условиям таежной зоне РК, что позволяет использовать вид при создании искусственных насаждений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Малышев Р.В., Атоян М.С. Оводненность и температура фазового перехода вода-лед в почках древесных растений // Вестник ИБ Коми НЦ УрО РАН. 2018. №2. С.2-17.

Табаленкова Г.Н., Малышев Р.В. Кузиванова О.А., Атоян М.С Сезонные изменения содержания растворимых белков и свободных аминокислот в почках некоторых древесных растений// Растительные ресурсы. 2019.55. №1 . С. 1-9.

Структурные особенности однолетнего стебля *Betula ermanii* Cham. в условиях газогидротермальной активности влк. Баранского, о.Итуруп

Тальских А.И., Копанина А.В., Власова И.И.

ФГБУН "Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН", Южно-Сахалинск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-423

E-mail: anastasiya_talsk@mail.ru

Betula ermanii – дерево первой величины или крупный кустарник, образующий самостоятельные растительные сообщества в различных ландшафтных ситуациях в приокеанических районах Дальнего Востока. Выявлены и охарактеризованы структурные изменения в тканях коры и древесины однолетнего стебля в экстремальных условиях влк. Баранского (о. Итуруп). Образцы отобраны на Старозаводском сольфатарном поле, вблизи термальных Голубых Озер на вулкане и в фоновых условиях на о. Сахалин. Статистический анализ 39 структурных показателей коры и древесины позволил выделить признаки, реагирующие на стрессовые условия. Основные показатели образцов с вулкана больше нормы: диаметры ситовидных трубок и просветов сосудов; ширина годичного прироста ксилемы, число сосудов в кластерах; меньше нормы: число флоэмных и ксилемных лучей; число сгруппированных сосудов. В условиях термальных озёр увеличивается удельная площадь первичных волокон и склереид, а в условиях сольфатарного поля – ширина феллемы и флоэмы. Структурная реакция однолетнего стебля *B. ermanii* выражается в изменении показателей проводящих элементов, лучевой паренхимы флоэмы и ксилемы.

При поддержке РФФИ (15-04-04774) и в рамках госзадания Института.

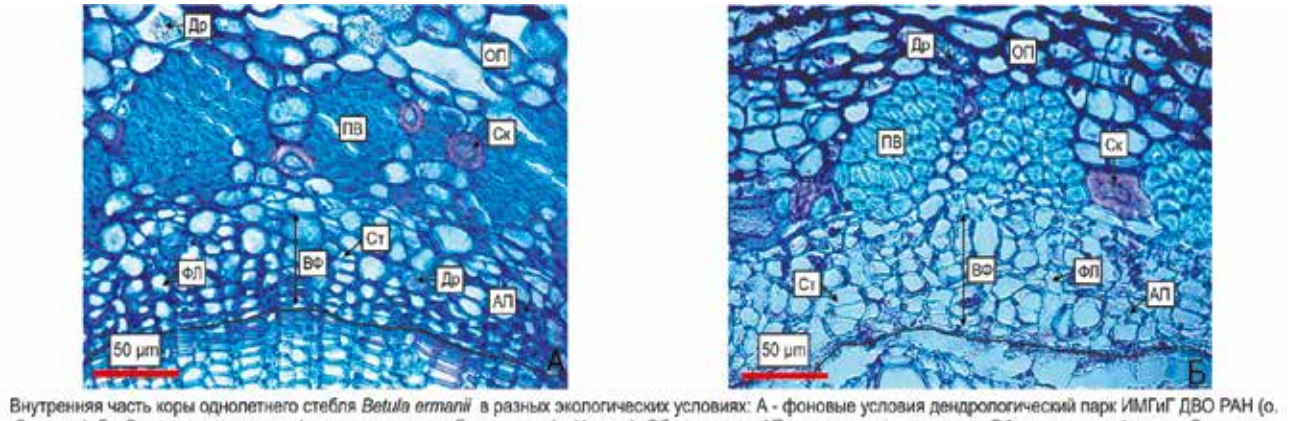
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Тальских А.И. и др. Структурные особенности однолетнего стебля Betula ermanii Cham. в условиях Южно-Сахалинского грязевого вулкана (о-в Сахалин) // Материалы IV (XII) Международной ботанической конференции молодых учёных в Санкт-Петербурге. СПб: 2018. 55.

Копанина А.В. и др. Строение коры Betula ermanii в условиях острова Сахалин // Ботаника в современном мире. Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире». Т. 3. Махачкала: 2018. 171-173.

Возьмите на заметку:

Структурная реакция в тканях коры и древесины однолетнего стебля Betula ermanii в экстремальных условиях газогидротермальных выходов влк. Баранского выражена, прежде всего, в изменении параметров ситовидных трубок и сосудов.



Внутренняя часть коры однолетнего стебля *Betula ermanii* в разных экологических условиях: А - фоновые условия дендрологический парк ИМГиГ ДВО РАН (о. Сахалин); Б - Старозаводское сольфатарное поле влк. Баранского (о. Итуруп). Обозначения: АП - аксиальная паренхима; ВФ - вторичная флоэма; Др - друзы оксалата кальция; ОП - основная паренхима кортекса; ПВ - протофлоэмные волокна; Ст - ситовидные трубки; Ск - склереиды; ФЛ - флоэмные лучи; черная линия - камбиальная зона.

Импорт ДНК в митохондрии растений: связь с генетическими и физиологическими процессами

Тарасенко В.И., Кулинченко М.В., Клименко Е.С., Тарасенко Т.И., Субота И.Ю., Шмаков В.Н., Константинов Ю.М.

ФГБУН "Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения РАН", Иркутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-424
E-mail: yukon@sifibr.irk.ru

Механизм природной компетентности митохондрий растений к поглощению ДНК (импорт ДНК) до сих пор остается малоизученным. Целями работы было (i) выявление механизмов импорта ДНК в митохондрии и (ii) изучение клеточных факторов митохондриального импорта ДНК. Изучение роли VDAC (порина) в импорте ДНК в митохондрии мутантных линий арабидопсиса с инактивированными генами изоформ VDAC1 и VDAC3 показало, что митохондрии мутантов с отсутствием одной из изоформ порина импортируют ДНК более активно по сравнению с митохондриями растений дикого типа. Микросомальная фракция клетки (мембраны эндоплазматического ретикулума) оказывала мощный активирующий эффект на транспорт ДНК в митохондрии. Влияние микросом на импорт ДНК в митохондрии имело выраженный видоспецифический характер: активация транспорта в митохондрии картофеля (двудольные) в присутствии микросом двудольных же растений значительно выше по сравнению с таковыми из растений кукурузы (однодольные). Сделан вывод о важной роли взаимодействий митохондрий и эндоплазматического ретикулума в импорте ДНК в митохондрии *in vivo*. С использованием протопластов установлено, что находящаяся в цитоплазме ДНК может активно поступать в митохондрии.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Константинов Ю.М., Дитриш А., Вебер-Лотфи Ф., Ибрагим Н., Клименко Е.С., Тарасенко В.И., Болотова Т.А., Кулинченко М.В. Импорт ДНК в митохондрии // Биохимия (2016) 81: 1307-1321. doi: 10.1134/S0006297916100035

Weber-Lotfi F., Koulintchenko M.V., Ibrahim N., Hammann P., Mileshina D.V, Konstantinov Y.M., Dietrich A. Nucleic acid import into mitochondria: New insights into the translocation pathways // Biochim. Biophys. Acta Mol. Cell Res.(2015) 1853: 165–3181. doi:10.1016/j.bbamcr.2015.09.011

Возьмите на заметку:

Импорт ДНК разного размера и структуры в митохондрии растений происходит, вероятно, с участием нескольких механизмов, что может служить подтверждением важности импорта ДНК для генетических и физиологических процессов в растительном организме.

Окислительный гомеостаз и антиоксидантный статус прорастающих семян гороха (*Pisum sativum* L.) и пшеницы (*Tríticum aestívum* L.) в зависимости от времени ультразвукового воздействия

Тарасов С.С.[1], Веселов А.П.[2], Крутова Е.К.[1]

[1]ФГБОУ ВО "Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия", Нижний Новгород, Россия,
[2]ФГАОУ ВО Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-425
E-mail: tarasov_ss@mail.ru

Показана существенная зависимость от ультразвукового воздействия окислительного гомеостаза и антиоксидантного статуса прорастающих семян. Так, наблюдалось увеличение содержания в прорастающих семенах пшеницы МДА, ДК, ТК – первичных продуктов ПОЛ, сразу после ультразвукового воздействия, при этом в семенах, обработанных в период формирования проростка интенсивность ПОЛ выше, чем у растений обработанных ультразвуком в период раннего прорастания. Спустя 6 часов концентрация первичных продуктов ПОЛ снижалась, однако увеличивалась концентрация ОШ – вторичных продуктов ПОЛ. В прорастающих семенах гороха изменение процессов ПОЛ не показали существенной зависимости от ультразвукового воздействия. В концентрации продуктов ОМБ, напротив, наблюдалось снижение у семян, обработанных в течение 5, 10 и 20 минут в ранний период прорастания и в течение 5 и 10 минут в период формирования проростка. Активность антиоксидантных ферментов в большинстве случаев снижалась, за исключением каталазы в семенах пшеницы, обработанных ультразвуком в течение 10 минут в период формирования проростка и пероксидазы в семенах гороха, подверженных ультразвуковому воздействию 5 и 20 минут в период раннего прорастания.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Тарасов С.С. Активность каталазы в семенах злаковых культур в норме и под действием ультразвука //Актуальные проблемы и механизмы развития АПК. Труды Всероссийского совета молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. 2018. С. 20-24

2. Тарасов С.С., Веселов А.П., Корягин А.С. Влияние ультразвука на активность каталазы в семенах бобовых растений, микромицетов и бактерий // Доклады Башкирского университета. 2018. С.466-472

Возьмите на заметку:

Содержание продуктов ПОЛ увеличивалось, а ОМБ снижалось после ультразвукового воздействия. Активность антиоксидантных ферментов в большинстве случаев снижалась в первые часы после ультразвукового воздействия, а в дальнейшем - увеличивалась.

Ассоциация дегидринов с формированием устойчивости хвойных растений к условиям экстремального климата Якутии

Татаринова Т.Д., Пономарев А.Г., Перк А.А., Васильева И.В.

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-426

E-mail: t.tatarinova@gmail.com

В связи с вероятным участием стрессовых белков-дегидринов в формировании устойчивости хвойных растений к экстремально низким температурам криолитозоны исследовали изменения состава дегидринов в годичном цикле лиственницы Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), произрастающих в условиях холодного климата Якутии. Впервые с использованием специфических антител в хвое и побегах сосны, лиственницы и ели идентифицированы две группы мажорных белков в диапазоне мол. м. 13-21 кД и 56-73 кД, стабильно высокий уровень которых сохранялся в течение всего периода зимнего покоя, когда отмечались самые низкие отрицательные температуры. Вместе с тем, низкий уровень дегидринов или их исчезновение наблюдались во время вегетации древесных растений (июнь-июль). Наибольшим сезонным изменениям, независимо от видовых особенностей, были подвержены низкомолекулярные дегидрины, преимущественно с мол. м. 13-17 кД у лиственницы и ели, 14 и 15 кД у сосны. Предполагается, что дегидрины с мол. м. 13-21 кД могут быть ассоциированы с формированием морозоустойчивости основных видов хвойных растений к условиям криолитозоны.

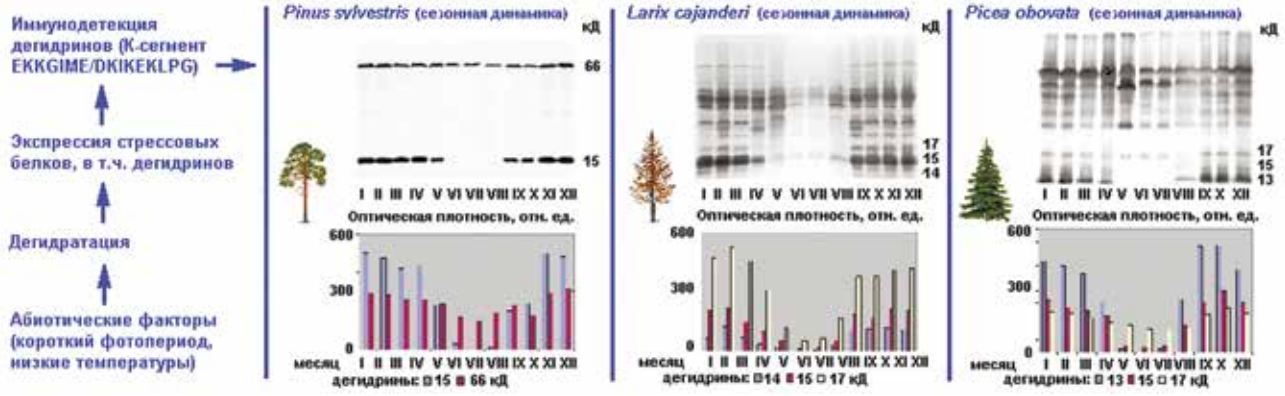
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tatarinova T.D. et al. Dehydrin stress proteins in Pinus sylvestris L. needles under conditions of extreme climate of Yakutia // Dokl. Biochem. Biophys. (2017) 473: 98-101. doi: 10.1134/S160767291702003X

Татаринова Т.Д. и др. Связь дегидринов с адаптацией Larix cajanderi к сверхнизким зимним температурам криолитозоны // Acta Naturae. (2017) Sp: 85.

Возьмите на заметку:

Впервые в условиях экстремального климата Якутии выявлены особенности межвидового полиморфизма и сходный характер сезонных изменений низкомолекулярных дегидринов с мол. м. 13-21 кД в хвое и побегах *Larix cajanderi, Pinus sylvestris, Picea obovata.*



Экстраклеточный белок Svx - потенциальный участник "диалога" пектобактерий и растений

Тендюк Н.В.[1], Гоголева Н.Е.[1,2], Дмитриева С. А.[2], Горшков В. Ю.[1,2], Гоголев Ю. В.[1,2]

[1]Казанский федеральный университет, Казань, Россия,
[2]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

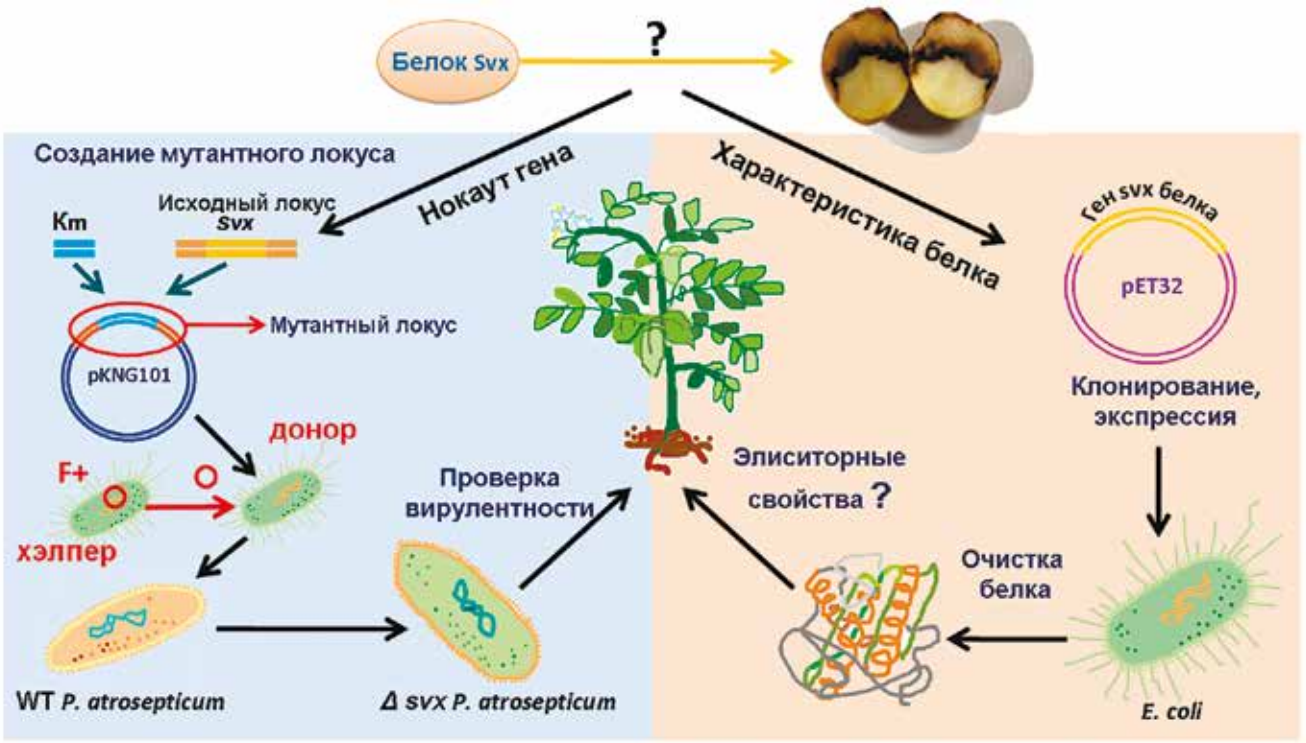
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-427

E-mail: natasha.tendjuk@rambler.ru

Фитопатогенные бактерии рода *Pectobacterium* вызывают острые патологии у культурных растений – мягкие гнили – нанося большой урон сельскому хозяйству. На сегодняшний день, эффективных подходов для сдерживания развития этих заболеваний не существует. Предпосылкой для разработки таких подходов является контроль агрессивности микроорганизмов, которая определяется «работой» факторов вирулентности. Белок Svx *Pectobacterium atrosepticum* – это предполагаемый фактор вирулентности пектобактерий. Механизм действия этого белка при патогенезе не известен. В нашей работе для выяснения роли этого белка во взаимодействии пектобактерий с растениями проведен нокаут гена *svx*, а также клонирование этого гена в системе для гетерологичной экспрессии на основе клеток *Escherichia coli* с целью получения препарата целевого белка. Проводится сравнительный анализ стратегии взаимодействия дикого и svx-мутантного штамма с растением-хозяином.

Возьмите на заметку:

Получен нокаут-мутант *Pectobacterium atrosepticum* по гену *svx* и проведено клонирование этого гена с целью выяснения роли белка Svx во взаимодействии пектобактерий и растений.



Фиторемедиационная способность ивы на промышленных территориях

Теребова Е.Н., Марковская Е.Ф., Андросова В.И.

ФГБО ВО "Петрозаводский государственный университет", Петрозаводск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-428
E-mail: eterebova@gmail.com

Исследовали фиторемедиационную способность растений рода *Salix* на промышленной территории комбината ОАО «Карельский окатыш». Загрязнители тяжелые металлы и сернистый ангидрид. Объекты исследования: аборигенные виды- *S. myrsinifolia, S. phylisifolia, S. viminalis*; адвентивные виды - *S.alba, S.acutifolia, S. shcwerinii* и гибрид *S. schwerinii* x *S. viminalis* – variety Karin были высажены черенком в техногенный субстрат промышленной свалки комбината. После двух лет выращивания виды *S. schwerinii*, *S. myrsinifolia, S. phylisifolia, S. viminalis* показали максимальную приживаемость (70-90%) и наибольшие показатели роста. Фотосинтетическая активность, оценённая по содержанию фотосинтетических пигментов и SLA мм^2/мг, также была максимальной у видов *S. phylisifolia, S. viminalis* и *S. shcwerinii.* Все высаженные виды ивы депонируют тяжёлые металлы из почвы, наиболее активно -Cd, Pb, Co, Ni, Cu, Cr, Zn и Mn (КБП > 2), не активно Fe и Li (КБП < 1). Таким образом, виды рода Salix можно использовать для создания фиторемедиационных плантаций с целью облесения и очистки промышленных территории. Наиболее перспективные виды *S. phylisifolia, S. viminalis* и *S. shcwerinii.*

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Terebova E.N., Markovskaya E.F., Androsova V.I. et al. Potential for Salix schwerinii E. Wolf to uptake heavy metals in the contaminated territories of mining industry in the norht-west Russia // Сибирский лесной журнал. - Новосибирск, 2017. - №1. - С.74–86.

Возьмите на заметку:

Наиболее перспективные виды для фиторемедиации промышленных территорий S. phylisifolia, S. viminalis и S. shcwerinii.

Влияние карбоангидразы CAH3 на активность фотосистемы 2 из *Chlamydomonas reinhardtii* при повышении pH

Терентьев В.В., Шукшина А.К., Шитов А.В.

Институт фундаментальных проблем биологии ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-429
E-mail: v.v.terentyev@gmail.com

Люменальная карбоангидраза (КА) CAH3 из *C.reinhardtii* – единственная идентифицированная КА на данный момент, которая ассоциирована с фотосистемой 2 (ФС2). Таким образом, изучение влияния CAH3 на активность ФС2 является актуальным. Основным изменяющимся параметром люмена является pH, варьирующий от 6,0-5,8 на свету до ~7,0 в темноте, при pH оптимуме для водоокисляющего комплекса (ВОК) ФС2 – 6,2-6,5. Согласно результатам, при pH 6,5 ФС2 из дикого типа (дт) и из мутанта cia3 (в люмене нет CAH3) имеют схожие скорости фотоиндуцированного выделения O_2 и переноса электрона (активность ФС2), на которые не влияют ингибиторы КА (ИКА) и бикарбонат (БК). Однако при pH 7,0 активность ФС2 снижается у дт на 10%, а у cia3 уже на 30%. При этом, добавление ИКА вызывает дополнительное ингибирование активности ФС2 у дт до уровня cia3, но не влияет на cia3. В то же время, добавление БК восстанавливает активность ФС2 из cia3 и дт в присутствии ИКА практически до уровня дт. Следовательно, CAH3 поддерживает активность ФС2 при повышении pH. Исходя из результатов фотоиндуцированного переноса электронов в ФС2 от воды и доноров электрона, CAH3 действует непосредственно на ВОК.

Грант РФФИ № 17-04-01011.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Shutova T., Kenneweg H., Buchta J., Nikitina J., Terentyev V.V., Chernyshov S., Andersson B., Allakhverdiev S.I., Klimov V.V., Dau H., Junge W., Samuelsson G. (2008). EMBO J., 27, 782-791. doi: 10.1038/emboj.2008.12

Alexandr V. Shitov, Vasily V. Terentyev, Sergey K. Zharmukhamedov, Margarita V.Rodionova, Mehmet Karacan, Nurcan Karacan, Vyacheslav V. Klimov, Suleyman I. Allakhverdiev (2018) BBA, 1859 (4), 292-299. doi: 10.1016/j.bbabio.2018.01.009

Возьмите на заметку:

CAH3 единственная на данный момент идентифицированная КА, ассоциированная с ФС2;

CAH3 поддерживает активность ФС2 при повышении pH среды (люмена);

CAH3 оказывает влияние непосредственно на функционирование ВОК.

Использование множественных форм ферментов для оценки адаптивного потенциала сорта сои Лидия к цеолитам

Терехова О.А., Синеговская В.Т.

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Благовещенск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-430
E-mail: batanik304@mail.ru

В результате интенсивного сельскохозяйственного использования плодородие пахотных почв Амурской области имеет тенденцию к стабильному снижению. Традиционные пути его воспроизводства достаточно энерго- и ресурсоемки. Для получения относительно дешевой и более доброкачественной продукции при сохранении агроресурсов, большой научный интерес представляет использование в качестве мелиорантов природных цеолитов. Ведущую роль в поддержании внутриклеточного гомеостаза и адаптации растений к стрессорам играют ферменты. Белки-ферменты – это результат экспрессии генов. Многие ферменты функционируют в виде множественных форм. Множественные формы РНКаз, каталаз и пероксидаз выявляли методом электрофореза с применением гистохимических методов. Показано, число множественных форм РНКаз и каталаз уменьшилось, а пероксидаз возросло. Во-первых, подтвердился эффект обратной зависимости каталаз и пероксидаз сои. Во-вторых, вероятно, повысился адаптивный потенциал сои в присутствии цеолитов. Однако снижение форм РНКаз сои может свидетельствовать о снижении ее вирусоустойчивости. Использование биомаркеров позволяет обнаружить неспецифические механизмы адаптации сои к варьирующим абиотическим факторам.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Терехова О.А., Лаврентьева С.И. Множественные формы РНКаз, как маркеры адаптации сои к условиям среды // В сборнике: Растения в муссонном климате: антропогенная и климатогенная трансформация флоры и растительности Материалы VIII всероссийской научной конференции. 2018. С. 125-129.

Терехова О.А. Множественные Аддитивное влияние ЭкоЛарикса и тяжелых металлов на удельную активность рибонуклеаз культурной сои //ФГБОУ ВО «ИГУ» - Иркутск: Изд-во «Оттиск», 2017. стр 192-193.

Возьмите на заметку:

Множественные формы ферментов можно использовать в качестве маркеров адаптации к абиотическим факторам.

Цеолиты способствуют повышению адаптивного потенциала сои.

Аллоплазматические линии пшеницы. Фотосинтез и засухоустойчивость

Терлецкая Н.В., Алтаева Н.А., Зорбекова А.Н.

РГП "Институт биологии и биотехнологии растений" Комитета науки Минобрнауки Республики Казахстан, Алматы, Казахстан
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-431
E-mail: teni02@mail.ru

Аллолинии – это уникальный инструмент для изучения ядерно-цитоплазматических взаимодействий, в том числе их влияния на признаки выживания и функционирования растений в экстремальных условиях.

На 10-дневных проростках аллолиний, полученных из межвидовых скрещиваний *T. aestivum* L. с *T. dicoccum* Shuebl., в оптимальных и засушливых условиях оценивали характеристики роста и оводненность растительных тканей; определяли содержание хлорофилла и каротиноидов, измеряли значения квантового выхода ФСII, скорости переноса электронов, показатели регулируемой и нерегулируемой энергии, рассеиваемой в фотосистеме II.

Выявлены как неспецифические закономерности реакции на осмотический стресс, так и специфические различия регуляции роста и фотосинтетической активности аллолиний. Показано, что изменение ростовой активности связано с оптимизацией работы фотосинтетического аппарата. Выявлены наиболее устойчивые и чувствительные к засухе аллолинии. Показано, что сочетание в аллоплазматической линии ядра и цитоплазмы, происходящих из родительских форм, принадлежащих к различным видам, может как улучшить, так и ухудшить важные физиологические параметры стрессоустойчивости и фотосинтетической активности.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Terletskaya N., Zobova N., Stupko V., Shuyskaya E. Growth and photosynthetic reactions of different species of wheat seedlings under drought and salt stress // Periodicum Biologorum (2017) 119 (1): 37–45.

Терлецкая Н.В., Зорбекова А.Н., Алтаева Н.А., Бари Г.Т., Ережетова У. Ростовые параметры и пигментный комплекс линий пшеницы, полученных от межвидовых скрещиваний в связи с их засухоустойчивостью //Experimental Biology (2018) №3 (76): 130-139.

Возьмите на заметку:

Изменение ростовой активности связано с оптимизацией работы фотосинтетического аппарата.

Сочетание в сестринских аллолиниях ядра и цитоплазмы разных видов, может как улучшить, так и ухудшить их засухоустойчивость и фотосинтетическую активность.

Новый метод дифференциальной локализации свободных цитокининовых оснований и их рибозилированных форм с помощью специфической фиксации при изучении транспорта цитокининов из побегов в корни

Тимергалина Л.Н.[1], Веселов С.Ю.[2], Кудоярова Г.Р.[1], Ахиярова Г.Р.[1], Архипова Т.Н.[1], Коробова А.В.[1], Иванов И.И.[1], Els Prinsen [3]

[1]Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия,
[2]ФГБО ВПО "Башкирский государственный университет", Уфа, Россия,
[3]Department of Biology, University of Antwerpen, 2020, Antwerpen, Belgium
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-432
E-mail: leinaz@mail.ru

Присутствие цитокининов (ЦК) в ксилемном и флоэмном соке предполагает их участие в передаче дальних сигналов. Транспорт ЦК из корня в побег хорошо изучен, меньше известно о переносе ЦК из побега к корню. Мы изучали распределение свободных оснований ЦК, их нуклеотидов и рибозидов между корнями и побегами растений пшеницы, а также их уровни в соке флоэмы после инкубации листьев в растворах с добавлением транс-зеатина или изопентениладенина (iP). Различные методы фиксации применялись для конъюгирования ЦК оснований и их рибозидов к белкам цитоплазмы, чтобы визуализировать локализацию этих ЦК в клетках. Локализация in vivo показывает наличие рибозидов зеатина в сосудистых пучках. Это говорит о том, что превращение зеатина в его рибозид важно для транспорта ЦК зеатинового типа от побега к корню. Экзогенный iP не изменялся, но диффундировал из листьев как свободное основание. Хотя эти метаболические различия могут быть не универсальными и изменяться от вида растений и их возраста, измерения накопления и распределения ЦК между клетками листа с помощью специфической фиксации свободных оснований ЦК или их рибозидов могут быть ценным источником информации о метаболизме и транспорте ЦК.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

S. Veselov et al., Study of cytokinin transport from shoots to roots of wheat plants is informed by a novel method of differential localization of free cytokinin bases or their ribosylated forms by means of their specific fixation //Protoplasma 2018 Sep;255(5):1581-1594. doi.org/10.1007/s00709-018-1248-7

ИУК и АБК участвуют в регуляции роста пыльцевой трубки

Тимофеева Г.В.[1], Захарова Е.В.[2], Андреев И.М.[1], Минкина Ю.В.[3], Ковалева Л.В.[1]

[1]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия,
[2]ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", Москва, Россия,
[3]Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) Обнинский институт атомной энергетики(ИАТЭ), Обнинск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-433
E-mail: g_timofeeva@mail.ru

Ключевую роль в тканевой специализации репродуктивных органов растений играет ауксин, участвующий в регуляции деления и дифференциации клеток. АБК включается в модуляцию ответных реакций растений на действие стрессовых факторов и в поддержание водного баланса пыльцевой трубки (ПТ) как необходимого условия ее полярного роста. ИУК и АБК стимулируют прорастание мужского гаметофита петунии, активируя Ca^2+-зависимые K+-каналы и действие H+-АТФазы в плазмалемме и модулируя активность актинового цитоскелета. Показано включение ИУК и АБК в осморегуляцию мужского гаметофита и выявлены две мишени их действия: H+-АТФаза плазмалеммы как электрогенный протонный насос, ответственный за ее поляризацию и функционирующие в ней Ca^2+-зависимые K+-каналы. Ключевую роль в поддержании полярного роста ПТ играет ауксин, так как только запускаемые им ответные реакции ПТ могут быть интегрированы в механизм, в котором в роли координирующего сигнала выступает Ca^2+. АБК принадлежит активная роль в осморегуляции ПТ и она является маркером мужской стерильности.

Грант РФФИ № 17-04-00153

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Lidia Kovaleva, A Voronkov, E Zakharova, Y Minkina, G Timofeeva and I Andreev. Regulation of Petunia Pollen Tube Growth by Phytohormones: Identification of Their Potential Targets // Journal of Agricultural Science and Technology A 6 (2016) 239-254. doi: 10.17265/2161-6256/2016.04.004

L. V. Kovaleva, A. S. Voronkov, E. V. Zakharova, I. M. Andreev. ABA and IAA control microsporogenesis in Petunia hybrida L.// Protoplasma 2018. 255(3):751-759. doi: 10.1007/s00709-017-1185-x.

Оценка субстратной и регуляторной роли излучения различного спектрального состава современных светодиодных ламп в продукционном процессе фитоценозов

Тихомиров А.А., Ушакова С.А., Тихомирова Н.А., Величко В.В., Шихов В.Н.

ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр обособленное подразделение Институт биофизики Сибирского отделения РАН", Красноярск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-434

E-mail: alex-tikhomirov@yandex.ru

Проблема направленной регуляции составляющих продукционного процесса фитоценозов при искусственном облучении является актуальной задачей светофизиологии растений. В докладе на примере ценозов салата представлены экспериментальные исследования влияния физиологически активного излучения светодиодных облучателей с различным доминированием красной области спектра. Исследования выполнены в герметичном фитотроне с регулируемыми характеристиками температурного режима (22ºС во время фотопериода и 18ºС ночью) и концентрации CO_2 850 – 1200 ppm при использовании различных экспериментальных образцов светодиодных облучателей, дающих излучение в диапазоне 100 – 400 мкмоль/м^{2}с ФАР. Установлена световая зависимость процессов качественного и количественного состава биомассы растений. Показано, что оптимизация интенсивности и спектрального состава излучения должна основаться на критериях биохимического состава биомассы (в первую очередь, на содержание нитратов) и/или величине съедобной сырой биомассы. Рассмотрен учет особенностей выбора спектрального состава излучения, воздействующего на рост растений, за счет фитохромного эффекта.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tikhomirov A.A. et.al. Features Choice of Light Sources for Bio-Technical Life Support Systems for Space Applications // Light & Engineering (2018) 26 #6: 117–121.

Возьмите на заметку:

Показаны возможности формирования растений салата заданной высоты, а также величины и качества биомассы за счет оптимизации спектральных и энергетических характеристик излучения светодиодных ламп.

Исследование устойчивости кортикулярного фотосинтеза виноградной лозы к стрессовым факторам внешней среды

Тихонов К.Г.[1], Сундырева М.А.[2], Яныкин Д.В.[1], Христин М.С.[1], Смолова Т.Н.[1], Хоробрых А.А.[1], Семёнова Н.А.[3], Найдов И.А.[1], Савченко Т.В.[1]

[1]ФГБУН "Институт фундаментальных проблем биологии РАН", Пущино, Россия,
[2]ФГБНУ "Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства", Краснодар, Россия,
[3]ФГБУН "Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН", Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-435
E-mail: ktikhonov@rambler.ru

Под слоем омертвевших клеток внешней коры молодых веток древесных растений располагаются живые клетки внутренней коры (кортекса), проявляющие фотосинтетическую активность. Нами было показано, что фотосинтетический аппарат кортекса однолетней лозы винограда отличается устойчивостью к низким температурам и чувствительностью к свету высокой интенсивности. Мы предполагаем, что поглощение света, выделение кислорода и ре-фиксация выделяющегося при дыхании углекислого газа в кортексе одревесневших стеблей являются важной энергетической и метаболической составляющей морозостойкости многолетних растений. Мы провели сравнительный анализ фотофизических и фотохимических параметров кортикулярного фотосинтеза в сортах винограда, заметно различающихся по морозостойкости в полевых и лабораторных условиях. Исследование показало, что хлорофилл-содержащий слой лучше выражен у морозостойких сортов, эти сорта отличаются более высоким содержанием фотосинтетических пигментов, высокими значениями активности фотосистемы 2 и способностью быстро адаптироваться к условиям меняющегося освещения. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, грант № 18-04-00079.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Тихонов К.Г. и др. Структурные и функциональные особенности фотосинтетического аппарата хлорофилл-содержащих тканей виноградной лозы // Физиология растений (2017) 64(1): 69-80. doi: 10.7868/S0015330316060117

Возьмите на заметку:

Увеличение морозостойкости сортов винограда сопровождается увеличением показателей кортикулярного фотосинтеза.

Влияние погодных условий на динамику сокодвижения у деревьев *Pinus sylvestris* L. в контрастных местообитаниях

Тишин Д.В., Искандиров П.Ю., Чижикова Н.А.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-436
E-mail: dtishin@kpfu.ru

В результате негативного влияния глобального потепления климата на лесные экосистемы (в частности, на хвойные леса), вопросы адаптации и выявления механизмов устойчивости древесных растений к засухе являются актуальными. Важным звеном при решении данных вопросов является мониторинг физиологических процессов в дереве, среди которых процесс движения воды от корней к листьям занимает особое место. Наши исследования проводились на территории Волжско-Камского заповедника. Были заложены два участка с контрастными гидротермическими условиями почвы: болото и суходол, где в летний период 2017, 2018 гг. были проведены измерения сокодвижения (EM-S51A, основан на энергобалансовом методе, Tissue Heat Balance) и метеорологических характеристик. В результате синхронных автоматических измерений было установлено, что в экстремально жаркую и засушливую погоду у деревьев на болоте интенсивность сокодвижения падает. Данную особенность заоболоченного местообитания можно связать с возникновением физиологической засухи.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Татарстан в рамках проекта № 18-44-160028.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Chugunov R, Iskandirov P, Tishin D., Dendroclimatic research on Scots pine growing under the conditions of the raised bog in the Volga-Kama region, Russia//IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2018. -Vol.107, Is.1.doi.org/10.1088/1755-1315/107/1/012083

Тишин Д.В. и др. Морфо-физиологические особенности популяции Juglans mandshurica в условиях интродукции на территории Волжско-Камского заповедника (Республика Татарстан)// Растительные ресурсы, №2, 2019 (в печати)

Влияние ризосферных бактерий и их биомакромолекул на соматические клетки и ткани растений в культуре *in vitro*

Ткаченко О.В.[1], Евсеева Н.В.[2], Бурыгин Г.Л.[2], Каргаполова К.Ю.[1], Лобачев Ю.В.[1], Костина Е.Е.[1], Щеголев С.Ю.[2]

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», Саратов, Россия,
[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-437
E-mail: oktkachenko@yandex.ru

Ризосферные бактерии и активные компоненты их клеток, в том числе липополисахариды (ЛПС) наружной мембраны и флагеллины жгутиков, способны оказывать влияние на рост растений и морфогенез их соматических клеток и тканей в культуре *in vitro*. Изучено влияние бактерий различных таксономических групп и компонентов их клеток на морфогенез соматических каллусов, полученных из незрелых зародышей двух контрастных линий пшеницы, и на рост и адаптационный потенциал микрорастений набора сортов картофеля при микрочеренковании в культуре *in vitro*. Инокуляция эксплантов пшеницы живыми бактериями приводила к угнетению пролиферации соматических клеток, тогда как использование бактерий, убитых путем нагревания, и ЛПС бактерий стимулировало морфогенетические процессы, повышая частоту формирования морфогенного каллуса и регенерацию растений. Бактеризация микрорастений картофеля в культуре *in vitro* приводила к генотип-специфическому стимулированию роста микрорастений. ЛПС и флагеллины бактерий также вызывали изменение морфо-физиологических и биохимических параметров растений в культуре *in vitro.*

Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ 16-04-01444, 19-016-00116.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

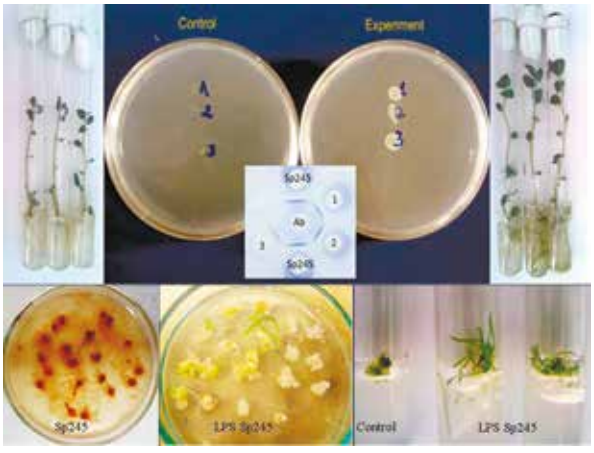
Evseeva N.V. et al. Effect of bacterial lipopolysaccharides on morphogenetic activity in wheat somatic calluses //World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2018. 34: 3. https://doi.org/10.1007/s11274-017-2386-3

Tkachenko O.V. et al. Improved potato microclonal reproduction with the plant growth-promoting rhizobacteria Azospirillum // Agronomy for Sustainable Development, 2015.Volume 35, Issue 3 (2015), Page 1167-1174. DOI 10.1007/s13593-015-0304-3

Возьмите на заметку:

Ризосферные бактерии и их биомакромолекулы стимулируют рост микрорастений картофеля *in vitro.*

Живые бактерии угнетают пролиферацию клеток в каллусах пшеницы in vitro, а убитые бактерии и липополисахариды стимулируют морфогенез и регенерацию.



Эпоксиалкогольсинтазы - новый тип ферментов липоксигеназного каскада

Топоркова Я.Ю., Смирнова Е.О., Горина С.С., Ильина Т.М., Мухитова Ф.К., Мухтарова Л.Ш., Гречкин А.Н.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-438
E-mail: yanchens@yandex.ru

Окислительный метаболизм полиеновых жирных кислот является источником важнейших биорегуляторов – оксилипинов, контролирующих гомеостаз на клеточном и организменном уровне. В растениях разнообразие оксилипинов обеспечивается липоксигеназами и цитохромами Р450 семейства CYP74, к которым относятся две дегидразы – алленоксидсинтазы (АОС) и дивинилэфирсинтазы (ДЭС), а также две изомеразы – гидропероксидлиазы (ГПЛ) и эпоксиалкогольсинтазы (ЭАС). К настоящему времени охарактеризовано несколько десятков ГПЛ и АОС, несколько ДЭС и единственный ген ЭАС – BfEAS ланцетника.

Нами были клонированы и охарактеризованы как растительные ЭАС (SmEAS (*Selaginella moellendorffii*), RjEAS (*Ranunculus japonicus*)), так и ЭАС животных (NvEAS (*Nematostella vectensis*)) и бурой водоросли *Ectocarpus siliculosus* (EsEAS). Эти ферменты превращают гидроперекиси жирных кислот в соответствующие оксиранил карбинолы. Был установлен механизм каталитического действия ЭАС. При этом растительные ЭАС и EsEAS синтезируют, в основном, (9S,10S,11S)-эпимеры эпоксиспиртов (транс-эпоксиды), тогда как ЭАС животных –(S,R,S)-стереоизомеры с цис-эпоксидом.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-04-00508.

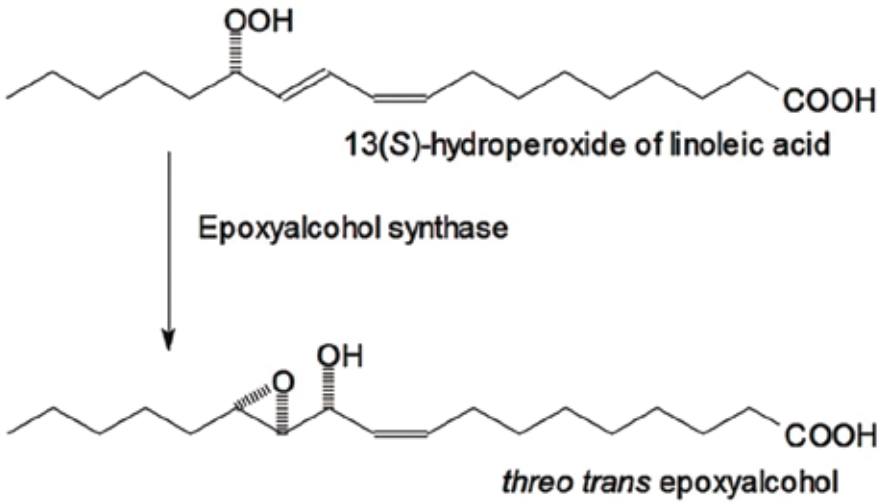
Основные публикации авторов по тематике доклада:

1. Toporkova Y.Y. et al. Detection of the first higher plant epoxyalcohol synthase: Molecular cloning and characterisation of the CYP74M2 enzyme of spikemoss Selaginella moellendorffii // Phytochemistry (2018) 156: 73-82. doi: 10.1134/S1607672918060108.

2.Топоркова Я.Ю. и др. Эпоксиалкогольсинтаза RjEAS (CYP74A88) лютика японского: клонирование и характеристика каталитических свойств // Биохимия (2019), 84(2): 269 – 280. doi: 10.1134/S0320972519020106.

Возьмите на заметку:

Нами были клонированы и охарактеризованы как растительные ЭАС (SmEAS (*Selaginella moellendorffii*), RjEAS (*Ranunculus japonicus)*), так и ЭАС животных (NvEAS (*Nematostella vectensis*)) и бурой водоросли *Ectocarpus siliculosus* (EsEAS).



Микроклональное размножение лиственницы сибирской в культуре *in vitro* и сомаклональная изменчивость

Третьякова И.Н.[1], Пак М.Э.[1], Кулагин Д.В.[2], Константинов А.В.[2], Падутов В.Е.[2]

[1]Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук - обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия,
[2]Институт леса Национальной академии наук Беларуси, Гомель, Беларусь

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-439

E-mail: culture@ksc.krasn.ru

Одним из перспективных направлений биологии развития хвойных является открытие у них соматического эмбриогенеза (СЭ). Успех СЭ у лиственницы, произрастающей на территории Сибири, был достигнут при применении среды АИ (Третьякова и др, 2016) При использовании данной среды была создана коллекция, состоящая из 23 (КЛ) активно пролиферирующих клеточных линий лиственницы сибирской в возрасте от одного до десяти лет. КЛ представлены эмбрионально-суспензорной массой, в которой находится до 11000 на 1 г. При переносе СЗ на среду АИ с АБК происходит их вызревание. Прорастание шло на безгормональной среде. Семилетние клонированные деревья успешно растут в почве лесопитомника. КЛ в возрасте 1–2 года генетически стабильны и имеют нормальное для данного вида число хромосом. Большинство длительно культивируемых (7–9 лет) КЛ оказались генетически нестабильными и только одна (Кл6) характеризовалась стабильностью, что было подтверждено данными микросателлитного анализа. Микросателлитный анализ семилетних клонированных деревьев показал полное соответствие их КЛ.

Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 18-54-000010 Бел_а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tretyakova I.N. et al. Content and immunohistochemical localization of hormones during in vitro somatic embryogenesis in long-term proliferating Larix sibirica cultures // Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 136(3), 511-522. doi. 10.1007/s11240-018-01533-y

Возьмите на заметку:

Соматический эмбриогенез, гормональная регуляция и сомаклональная изменчивость лиственницы сибирской.

Латеральная гетерогенность биологических мебран

Трофимова М.С., Пиотровский М.С., Лапшин Н.К.

ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-440
E-mail: troms@ippras.ru

Биологические мембраны латерально гетерогенны и характеризуются доменной организацией. Иммобилизация белков в определенном липидном окружении приводит к изменению их активности и времени жизни в мембране, обеспечивая надмолекулярный уровень регуляции. Домены формируются с участием стеринов и сфинголипидов, которые способны к сегрегации в бислое фосфолипидов. Биохимический подход, основанный на устойчивости этих структур к солюбилизации неионными детергентами, служит инструментом для анализа их белкового состава. Обнаружено высокое сродство H+-АТФаз P-типа и PIP-аквапоринов к стерин-обагащенным доменам плазматической мембраны. Определение возможных молекулярных механизмов регуляции активности H+-АТФаз и PIP-аквапоринов мембранным окружением, связанным с их локализацией в разных липидных доменах и выяснение роли стеринов для олигомеризации и функционирования этих белков в плазматической мембране клеток растений стало целью работы. Показано, что стерины, входящие в мембранное окружение H+-АТФаз и PIP-аквапоринов, способны регулировать их активность, изменяя сопряжение АТФ/H+ и водную проницаемость плазмалеммы соответственно.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Пиотровский М.С. и др. Идентификация и активность супероксид-продуцирующих комплексов плазмалеммы при действии низкой положительной температуры на этиолированные проростки кукурузы // Физиология растений. (2017) 64: 133-141. doi:10.7868/S0015330317010122

Белугин Б.В. и др. PIP1-аквапорины, стерины и осмотическая водная проницаемость плазмалеммы клеток этиолированных проростков гороха // Биол. мембраны. (2017) 34: 239-248. doi:10.1134/S1990747810051010

Возьмите на заметку:

Липидное окружение определяет как содержание, так и активность мембранных белков.

Сопряжение потоков веществ и воды, опосредованное активностью H+-АТФаз и PIP-аквапоринов, является необходимым условием клеточной осморегуляции.

Влияние антагонистов кальмодулина на активность гликозидаз клеточной стенки проростков озимой пшеницы

Трофимова О.И., Ларская И.А., Горшкова Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-441

E-mail: trofimova@kibb.knc.ru

Исследовано действие антагонистов кальмодулина (флуфеназин, хлорпромазин) на активность растворимой и ионно-связанной фракций гликозидаз клеточных стенок корней проростков озимой пшеницы в процессе низкотемпературной адаптации. Формирование устойчивости проростков озимой пшеницы при действии АБК или пониженной температуры сопровождалось повышением активности исследуемых ферментов на ранних стадиях процесса адаптации. Предобработка проростков антагонистами кальмодулина значительно снижала низкотемпературную и АБК-индуцируемую активацию ферментов в растворимой фракции и увеличивала в ионно-связанной. Обсуждаются возможные механизмы регуляции активности гликозидаз с участием Ca2+-сигнальной системы и их участие в процессе формирования низкотемпературной адаптации озимых растений.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантом РФФИ 17-04-01539

Хлорид натрия влияет на рост, тканевую организацию осевых органов и лигнификацию клеточных стенок растений *Zinnia elegans* Jacq.

Тугбаева А.С., Ермошин А.А., Киселева И.С.

ФГАОУ ВПО "Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н.Ельцина", Екатеринбург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-442

E-mail: anastasia.tugbaeva@gmail.com

Засоление почв - одна их глобальных тенденций, поэтому изучение механизмов адаптации растений к солевому стрессу актуально. Известно, что многие стрессоры вызывают изменения состава клеточных стенок. Цель исследования – выявить влияние NaCl на структуру тканей и уровень лигнификации клеточных стенок у *Z. elegans*. Растения выращивали в почве 50 дней, поливая раствором NaCl в концентрации 25 (I) и 50 (II) мМ/л либо водой (контроль).

Высота растений в вариантах (I) и (II) уменьшилась, соответственно, на 11% и 37%. В (I) наблюдали увеличение диаметра корня, стебля на уровне гипокотиля и первого междоузлия на 31%, 7,5 % и 17,7%. Толщина клеточной стенки не изменялась.

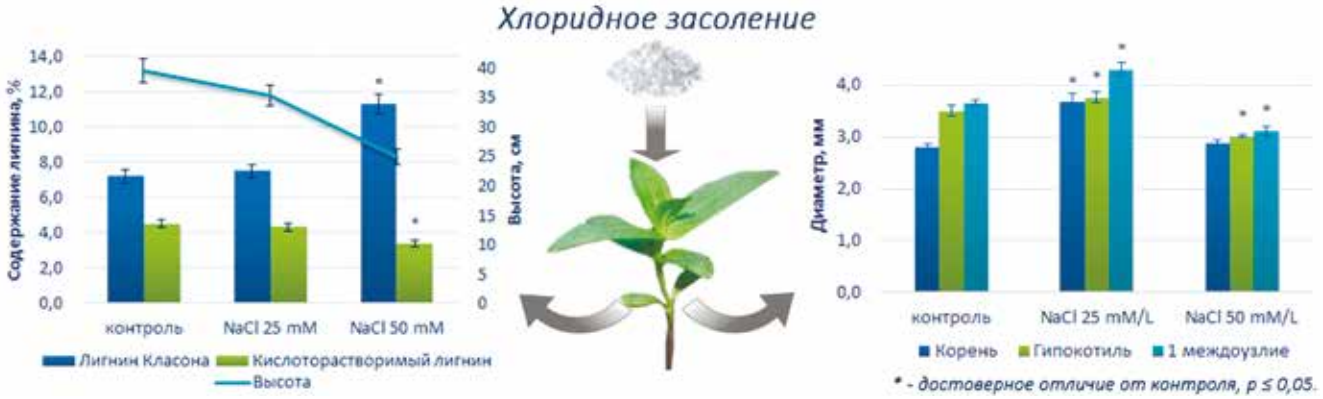
В (II) толщина корня не менялась, диаметр гипокотиля уменьшался на 13,9%, первого междоузлия – на 27,8%. Происходило сокращение диаметра стелы по отношению к диаметру корня в 1,18 раза. Диаметр пучка относительно диаметра стебля (гипокотиля и первого междоузлия) уменьшался в; 1,68 и 1,34 раза, соответственно. Толщина клеточной стенки сосудов ксилемы увеличивалась. При действии 50 мМ/л NaCl содержание общего лигнина в тканях стебля возросло на 38%, лигнина Класона - на 57%, а кислоторастворимого снизилось на 25%.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Tugbaeva A.S. et al. Antioxidant enzymes and cell wall formation in tobacco plants under salt stress // AIP Conference Proceedings (2019) 2063, 030022. doi: 10.1063/1.5087330

Возьмите на заметку:

Хлоридное засоление (50 мМ/л) усиливает процессы лигнификации в стеблях растений *Z. elegans*, вызывая подавление роста.



Экспериментальные подходы для мониторинга изменений трансляционной эффективности мРНК в геномах растений: новые возможности для исследователей

Тюрин А.А.[1], Кабардаева К.В.[1], Павленко О.С.[1], Мустафаев О.Н.[2], Дейнеко И.В.[1], Голденкова-Павлова И.В.[1]

[1]Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия,
[2]Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-443

E-mail: alexjofar@gmail.com

Экспрессия — многоэтапный процесс. И неоспоримый факт — особая важность заключительного этапа — реализации функциональной активности полипептидов Однако, адекватные и простые подходы к количественной оценке профиля протеома находятся ещё на стадии разработки. Тем не менее, существует ряд методов для оценки экспрессии генов на этапах трансляции на максимально приближенных к реальному. Они основаны на (i) получении и сравнительном анализе транслятома и его фракций с разной трансляционной эффективностью и (ii) экспериментальной верификации системных экспериментальных данных и теоретических предсказаний структурно-функциональных особенностей мРНК важных для их дифференциальной трансляции. В докладе будут представлены результаты исследований по поиску и верификации регуляторных кодов эффективной трансляции у растений с использованием современных подходов, с оценкой их положительных сторон и недостатков, и особенностями применения.

Работа выполнена в рамках гранта РНФ 18-14-00026.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

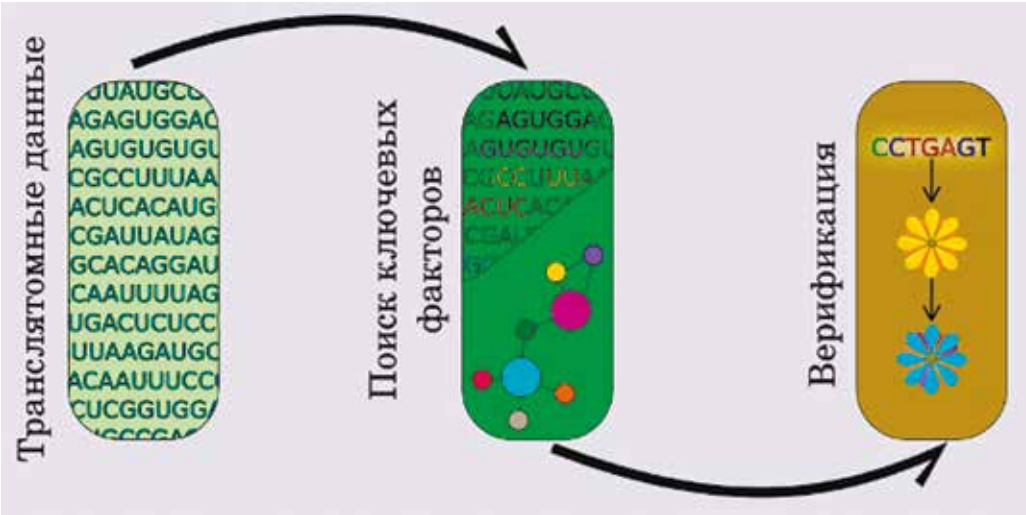
Тюрин А.А. и др. Эффективность экспрессии гетерологичного гена в растениях зависит от нуклеотидного состава 5'-области мРНК. Физиология растений. 2016. 63 (4). 546-558. DOI: 10.1134/S1021443716030158

Goldenkova-Pavlova I.V. et al. Computational and Experimental Tools to Monitor the Changes in Translation Efficiency of Plant mRNAs on a Genome-wide Scale: Advantages, Limitations, and Solutions. Int. J. Mol. Sci. 2019, 20(1), 33; https://doi.org/10.3390/ijms20010033

Возьмите на заметку:

Оценка экспрессии на уровне транслятома наиболее приближена к реальным данным.

Для анализа уровня трансляции в настоящее время применяются подходы основанные на профилировании рибосом и полисом.



Регуляция автофагического потока в условиях солевого стресса

Тютерева Е.В., Рабаданова К.К., Добрякова К.С., Муртузова А.В., Войцеховская О.В.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-444
E-mail: ETutereva@binran.ru

Автофагия - важнейший катаболический процесс, необходимый для адаптации растений к стрессам: засолению, голоданию, действию прооксидантов и т.д. Под действием стрессоров умеренной силы реализуется цитопротекторная функция автофагии: деградация клеточных структур позволяет клетке избавиться от поврежденных макромолекул и реутилизировать их. Но индукция автофагии может предшествовать и запуску программы клеточной гибели. Одним из ключевых регуляторов автофагии выступает TOR-киназа, активатор анаболизма и репрессор катаболизма. Мы изучили корреляции уровня автофагического потока и обеспеченности растений K+ в среде роста, и при утечке K+ из клеток корня при солевом стрессе. Использовали линии *Arabidopsis thaliana* со сверхэкспрессией субстрата TOR S6K, и с флуоресцентно мечеными автофагосоми, которые подсчитывали методом CLSM. Автофагический поток измеряли иммуноблоттингом, определяли уровни экспрессии гена *Gork*, кодирующего калиевые каналы –сайты утечки K+ из клеток, и генов ATG. Будет обсуждаться функция автофагии в условиях солевого стресса и сигнальные пути, связывающие содержание K+ в клетке, активность TOR и развитие автофагии у *A. thaliana*.

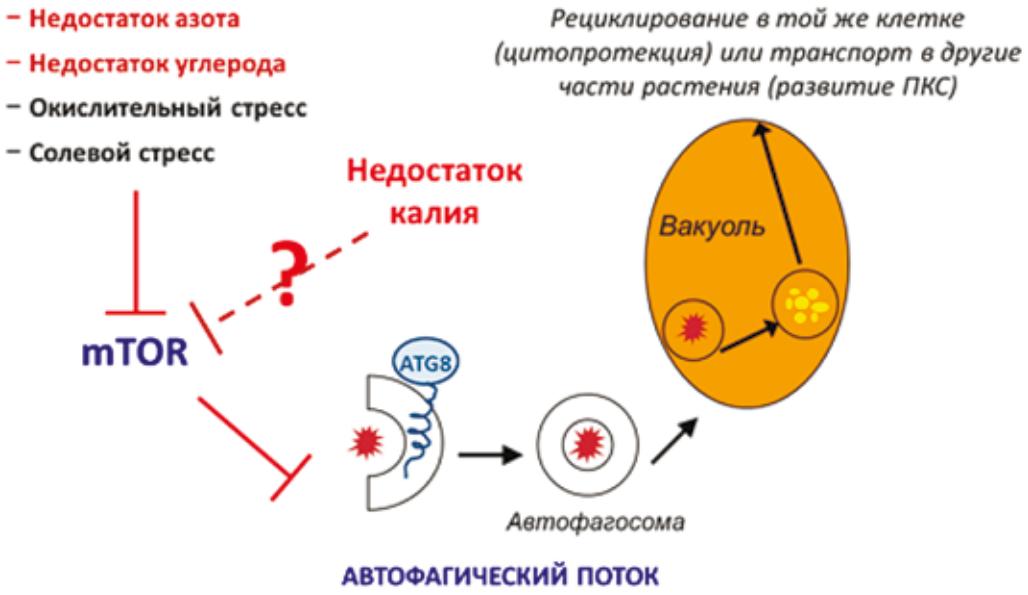
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Demidchik V. et al. The role of ion disequilibrium in induction of root cell death and autophagy by environmental stresses// Functional Plant Biology (2017) 45: 28-46. doi: 10.1071/FP16380

Рабаданова К.К. и др. Клеточные и молекулярные механизмы контроля автофагии: потенциал для повышения стрессоустойчивости и продуктивности культурных растений// Сельскохозяйственная биология (2018) 53: 881-896. doi: 10.15389/agrobiology.2018.5.881rus

Возьмите на заметку:

Впервые исследовали сигнальные пути, связывающие содержание K+ в клетке, активность TOR и развитие автофагии у *A. thaliana*.



Биохимические и молекулярно-генетические аспекты метаболизма L-аскорбиновой кислоты у сортов и дикорастущих видов томата (*Solanum* sect. *Lycopersicon*)

Тяпкина Д.Ю.[2], Кочиева Е.З.[1], Слугина М.А.[1]

[1]Институт биоинженерии, Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской Академии наук, Москва, Россия,
[2]ООО "НИИ овощеводства защищенного грунта", Москва, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-445

E-mail: mashinmail@mail.ru

Аскорбиновая кислота (АК) – наиболее важный водорастворимый антиоксидант растений. Помимо противодействия окислительному стрессу АК участвует во многих клеточных процессах. В растениях известно четыре пути биосинтеза АК, но контролирующие их гены малоизучены.

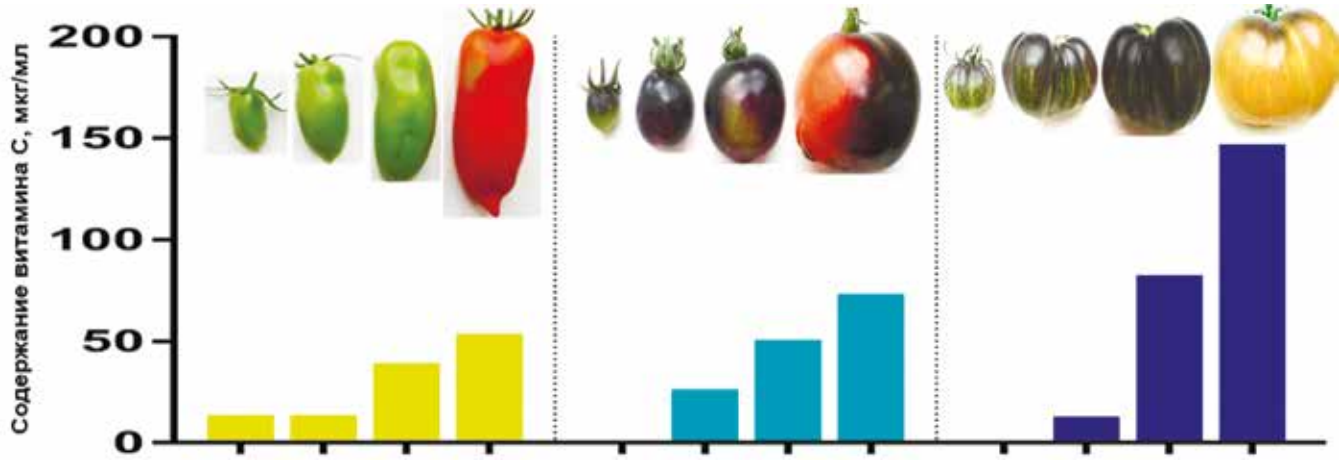
Методом HPLC определено содержание АК на 4-х стадиях развития плодов у сортов культивируемого томата *S. lycopersicum* и дикорастущих зеленоплодных видов (*Solanum* sect. Lycopersicon). Количественное содержание АК в плодах дикорастущих видов было в 1.24 раза ниже среднего значения у исследованных 19 сортов *S. lycopersicum*. Сорт Желтый белорус характеризовался минимальным содержанием АК, а сорта Cherry Rose и Red Beauty имели максимальное содержание АК, в 2 раза превышающее средние значения. У сортов и дикорастущих видов томата, контрастных по содержанию АК в плодах, впервые изучен аллельный полиморфизм и экспрессия ключевых генов метаболизма АК (*VTC2, GME, GMP, DHAR1*). Найдены замены аминокислот, которые могут послужить для разработки молекулярных маркеров, сцепленных с повышенным содержанием витамина С в плодах.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 18-316-00033) и Министерства науки и высшего образования РФ.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Тяпкина Д.Ю., Кочиева Е.З., Слугина М.А. Идентификация и анализ вариабельности генов-гомологов биосинтеза L-аскорбиновой кислоты VTC2 у видов томата (Solanum секция Lycopersicon), 2018, том. 483,№ 6, с. 374-378. doi: 10.1134/S1607672918060212.

Тяпкина Д.Ю., Кочиева Е.З., Слугина М.А. Накопление витамина С в сочных плодах: биосинтез и рециркуляция, гены и ферменты (принята к печати редакцией Вавиловского журнала генетики и селекции)



Фрактальный анализ системы биосинтеза флавоноидов

Усманов И.Ю., Щербаков А.В., Иванов В.Б., Юмагулова Э.Р.

ФГБО ВПО "Нижневартовский государственный университет", Нижневартовск, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-446
E-mail: iskander.usmanov@mail.ru

Возможность стохастического развития событий появляется в том случае, когда имеются альтернативные механизмы с высокой чувствительностью к изменениям параметров среды. Биосинтез флавоноидов представляет собой разветвленное древо метаболических цепей, которые связаны между собой многочисленными шунтами.

Методом ВЭЖХ хроматографии определяли спектры метаболомов, содержащих флавоноиды и вещества с близкими физико-химическими свойствами из ценопопуляций *Chamaedaphne calyculata* и *Oxycoccus palustris* олиготрофных болот Среднего Приобья и *Juniperus Sabina* и *Glycirrhiza korshinskyi* из степных местообитаний Южного Зауралья. В каждой ценопопуляции анализировали по 10-15 хроматограмм. Показано низкое сходство хроматограмм: коэффициенты сходства Коха составили 0,03 - 0,18.

Фрактальный анализ позволяет статистически корректно на базе информации о части объекта судить об объекте в целом. Для всех случаев доказано, распределения числа и времени выхода отдельных пиков ВЭЖХ-хроматограмм являются независимыми стохастическими фракталами.

грант РФФИ № 18-44-860006 от «07» июня 2018 г.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Usmanov I.Yu., Yumagulova E.R., Ovechkina E.S., Ivanov V.B., Shcherbakov A.B., Aleksandrova V.V., Ivanov N.A. Fractal analysis of morpho-physiological parameters of Oxycoccus palustris Pers in oligotrophic swamps of Western Siberia. Vegetos: An International Journal of Plant Research. 2016. Т. 29. № 1. С. 1-3.

Физиолого-биохимические механизмы адаптации лишайников *Physcia stellaris* (L.) Nyl к природным и экологическим факторам

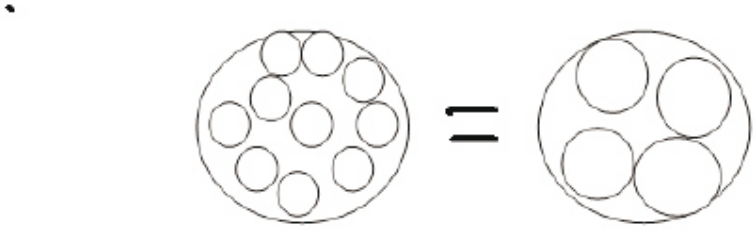
Фархутдинов Р.Г., Саитова З.Р.

ФГБОУ ВО "Башкирский государственный университет", Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-447
E-mail: frg2@mail.ru

Нами изучалось влияние среды обитания на морфологические и физиологические параметры слоевищ лишайников и возможная роль гормональной и антиоксидантной систем в формировании их морфофизиологического ответа. Талломы лишайника произрастающие в городе имели меньшие значения морфометрические показатели по сравнению с образцами растущими в лесной и лесостепной зонах. Между образцами лишайников, выросших в разных природных зонах различий не установлено. При измерении размеров клеток грибов и водорослей лишайникового таллома было установлено, что в образцах лишайников из лесостепной зоны размер клеток грибов и водорослей был меньше, чем в лесной зоне. В образцах лишайников собранных в городе установлена высокая активность ферментов антиоксидантной системы. Было показано, что существует определенная взаимосвязь между высоким уровнем содержания ауксинов и большим размером клеток фотобионта в лесной зоне. Таким образом, оценка только внешних ростовых показателей недостаточна при проведении лихеноиндикации. Информативными для лихеноиндикации являются также размеры клеток лишайников, содержание поллюантов в тканях и состояние антиоксидантной и гормональной систем лишайников.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Фархутдинов Р. Г., Саитова З. Р., Шпирная И. А., Зайцев Д. Ю., Шарипова Г. В. Гормональный и антиоксидантный статус популяций Physcia stellaris (L.) Nyl. произрастающих в разных природных зонах Республики Башкортостан // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2018. № 42. С. 176–191.



N-гликозилирование белков в тканях побега льна: особенности экспрессии генов

Федина Е.О., Горшков О.В., Мокшина Н.Е., Микшина П.В, Горшкова Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-448
E-mail: solo_nika@mail.ru

Гликозилирование является одной из неотъемлемых и масштабных форм ко-трансляционной и пост-трансляционной модификаций белков, оказывая разноплановое влияние на их фолдинг, транспортировку, растворимость, антигенные свойства и многие другие характеристики, и тем самым, наделяя гликозилированный белок новыми функциями. Показано, что нарушения в синтезе N-гликозилированных белков приводят к тяжелым ростовым дефектам, а в некоторых случаях – к гибели растений.

С целью выявления характера и молекулярных механизмов N-гликозилирования белков в клетках с различной функциональной специализацией и степенью ее выраженности нами проведено масштабное профилирование транскриптомов гипокотилей и волокон льна на разных стадиях формирования клеточной стенки с использованием платформы Illumina MiSeq/HiSeq2500. Выявлена дифференциальная экспрессия генов гликозилированных белков - арабиногалактановых белков и экспансинов, а также генов ферментов, участвующих в N-гликозилировании белков клеток на разных стадиях их развития. В докладе будет обсуждаться роль этих белков *in vivo* в реализации процессов роста и развития растений.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 19-04-01077.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Oleg Gorshkov, Natalia Mokshina et.al. Phloem fibres as motors of gravitropic behaviour of flax plants: level of transcriptome // Functional. Plant Biology. 2017. V. 45, № 2. P. 203-214. doi.org/10.1071/FP16348

Gorshkov O., Mokshina N., Gorshkov V., Chemikosova S., Gogolev Y., Gorshkova T. Transcriptome portrait of cellulose-enriched flax fibres at advanced stage of specialization // Plant molecular biology. 2017. 93 (4-5). P. 431-449. doi: 10.1007/s11103-016-0571-7.

Роль метилирования ДНК в регуляции активности ферментов метаболизма трикарбоновых кислот в растениях при смене типа питания

Федорин Д.Н.

ФГБО ВПО "Воронежский государственный университет", Воронеж, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-449
E-mail: rybolov@mail.ru

Развитие растений связано со значительными перестройками метаболизма при переходе к фотосинтетической активности при прорастании семян. В последнее время активно обсуждается роль эпигенетических механизмов регуляции экспрессии генов в клетке. Целью работы являлось исследование статуса метилирования промоторов генов ключевых ферментов цикла Кребса при прорастании семян растений. Применение методов метил-специфичной ПЦР и бисульфитного секвенирования позволило установить метильный статус промоторов генов сукцинатдегидрогеназы, цитратсинтазы, аконитатгидратазы, фумаратгидратазы. Данные энзимы имеют сложную генетическую детерминацию, обеспечивающую формирование изоферментов для катаболических и анаболических процессов. Установлена дифференциальная экспрессия исследуемых генов, на разных этапах прорастания семян. Показано, что уровни транскрипции генов исследуемых ферментов ЦТК зависят от метильного статуса их промоторов. Выявлено, что высокий метильный статус промоторов приводит к подавлению их транскрипции. Предполагается эпигенетический механизм регуляции экспрессии генов ферментов ЦТК посредством метилирования промоторов, играющий важную роль в семенах растений при прорастании.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Eprintsev A.T. et al. Regulation of expression of the mitochondrial and peroxisomal forms of citrate synthase in maize during germination and in response to light // Plant Sci. (2018) 272: 157-163. doi: 10.1016/j.plantsci.2018.04.017.

Eprintsev A.T. et al. Expression and promoter methylation of succinate dehydrogenase and fumarase genes in maize under anoxic conditions // Journal Plant Physiol. (2017) 216: 197-201. doi: 10.1016/j.jplph.2017.06.011.

Возьмите на заметку:

При прорастании семян наблюдается дифференциальная экспрессия генов ключевых ферментов ЦТК, обуславливающая формирование изоферментов.

Экспрессия генов исследуемых ферментов ЦТК зависит от метильного статуса CG-динуклеотидов их промоторов.

Пероксид водорода - молекулярный триггер холодового ответа цианобактерий

Федураев П.В.[1], Миронов К.С.[2], Лось Д.А.[2]

[1]ФГАОУ ВПО "Балтийский Федеральный Университет им. Иммануила Канта", Калининград, Россия,
[2]ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-450
E-mail: pavel.feduraev@gmail.com

Показана роль эндогенного пероксида водорода, как фактора, регулирующего ответ на холодовой стресс у цианобактерий. Из-за быстрой детоксикации перекиси в нормальных условиях, эффект H_2O_2 на экспрессию генов в клетках дикого типа (ДТ) заметен гораздо слабее, чем в клетках двойного мутанта, у которого отсутствуют основные пероксидазные ферменты. Показано, что клеткам мутанта ΔkatG/tpx требуется гораздо больше времени, для инактивации пероксида водорода, что дает возможность наблюдать эффекты влияния повышенной концентрации пероксида водорода на экспрессию генов. Добавление пероксида водорода в культуру клеток приводило к изменениям в профилях экспрессии генов холодового ответа по сравнению с контролем. Следует уточнить, что H_2O_2 -зависимые изменения экспрессии заметны также и в клетках ДТ, но, учитывая тот факт, что при совместном действии двух стрессоров определить точную причину изменения уровня экспрессии затруднительно, именно различия между ДТ и двойным мутантом показательны с точки зрения оценки вклада пероксида водорода в процессы передачи и восприятия сигнала холодового стресса у Synechocystis.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

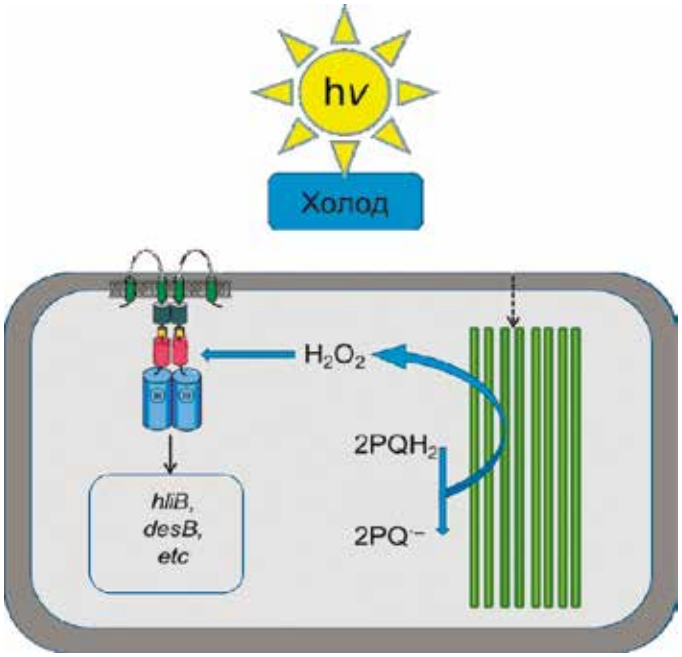
Fedurayev P. V. et al. Hydrogen peroxide participates in perception and transduction of cold stress signal in Synechocystis //Plant and Cell Physiology (2018) 59: 1255-1264. doi:10.1093/pcp/pcy067

Maksimov E. G. et al. Membrane fluidity controls redox-regulated cold stress responses in cyanobacteria //Photosynthesis research (2017) 133: 215-223. doi: 10.1007/s11120-017-0337-3

Возьмите на заметку:

Двойной мутант ΔkatG/tpx . позволяет изучать эффекты действия пероксида водорода на клетки цианобактерий.

Пероксид водорода регулирует генную экспрессию при холодовом стрессе.



Влияние эндо- и экзогенных антоцианов на альтернативное цианидрезистентное дыхание клубней картофеля

Федяев В.В., Хаматдинова Г.И., Сотникова Ю.М., Гарипова М.И., Фархутдинов Р.Г.

ФГБОУ ВО "Башкирский государственный университет", Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-451
E-mail: vadim.fedyaev@gmail.com

Одна из задач биоэнергетики - изучение регуляции дыхания. Особенность растений –наличие веществ специализированного обмена, функции которых еще не выяснены до конца. Антоцианы - представители группы фенольных соединений, являющиеся водорастворимыми пигментами и выполняющие различные функции, включая реакции растений на неблагоприятные факторы среды. Измерение дыхательной «способности» альтернативного цианидрезистентного пути (АОХ) проводили с использованием дисков, вырезанных из клубней картофеля *Solanum tuberosum* L. с разным уровнем эндогенных антоцианов. Диски были «состарены» путем выдерживания в течение суток в аэрируемых условиях. Показано, что в присутствии антоцианов доля АОХ-дыхания в 2.5 - 3 раза выше по сравнению с безантоциановыми сортами.

Для изучения влияния экзогенных антоцианов на дыхание, диски из клубней с разным содержанием эндогенных пигментов подвергали «старению» в экстракте антоцианов плодов черники. При этом наблюдали стимуляцию альтернативного пути дыхания у неокрашенных сортов и снижение доли АОХ-пути у антоциан-содержащих.

Обсуждается участие антоциановых пигментов в регуляции соотношения альтернативных путей дыхания в запасающих органах растений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Рахманкулова З.Ф. и др. Альтернативные пути дыхания и вторичный метаболизм у растений с разными типами адаптивных стратегий при дефиците элементов минерального питания // Физиология растений (2003) 50(2): 231-237. doi: 10.1023/A:1022973130775

Влияние этилена на синтез фуростаноловых гликозидов в суспензионной культуре клеток *Dioscorea deltoidea*

Фоменков А.А.[1], Ханды М.Т.[2], Носов А.В.[1]

[1]Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук, Москва, Россия,
[2]ФГАОУ ВПО "Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова" Институт естественных наук, Якутск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-452
E-mail: artem.fomenkov@gmail.com

Было проведено исследование влияния этилена в различных концентрациях (от 20 мкл/л до 100 мкл/л) в течение всего цикла субкультивирования клеток *Dioscorea deltoidea,* продуцента фуростаноловых гликозидов (ФГ). В качестве дополнительного варианта использовали атмосферу, «обеднённую» этиленом (0.0036 мкл/л против 0.0072 мкл/л в контрольном варианте). Для этого в газовый колокол помещали сосуды с насыщенным раствором перманганата калия, который разрушал газообразные соединения с двойными связями, в том числе и этилен. В результате, обнаружили, что в течение пассажа уровень ФГ как в контрольном варианте, так и в варианте с перманганатом калия, существенно варьировал в течение пассажа. Обработка экзогенным этиленом приводила к стабилизации на высоком уровне исследуемых ФГ.

По результатам проведенных экспериментов по влиянию этилена на образование и накопление ФГ в суспензионных культурах клеток растений продуцентов стероидных гликозидов можно выдвинуть предположение, что этилен снижает биосинтез ФГ в экспоненциальной фазе роста и незначительно повышает в конце пассажа, что может иметь существенное значение с биотехнологической точки зрения.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Фоменков А.А. с соавт. (2015) Этилен сопровождает пролиферацию культивируемых клеток растений или участвует в её регуляции? // Физиология Растений. Т. 62. №6. С. 839–846.

Novikova G.V. et al. (2017) Nitric Oxide Has a Concentration-Dependent Effect on the Cell Cycle Acting via EIN2 in Arabidopsis thaliana Cultured Cells // Front. Physiol. V. 8. pp. 1–11. doi: 10.3389/fphys.2017.00142.

Возрастные изменения корневых клубеньков бобовых: протеомный подход

Фролов А.А.[1], Билова Т.Е.[2], Илинг К.[3], Ким А.[4], Царев А.А.[1], Мамонтова Т.В.[1], Лукашева Е.М.[1], Шумилина Ю.С.[1], Чекина А.А.[1], Романовская Е.В.[1], Гришина Т.В.[1], Демченко К.Н.[5], Цыганов В.Е.[6], Жуков В.А.[6], Зинц А.[3], Матаморос М.А.[7], Бекана М.[7], Вессйоханн Л.А.[4]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Кафедра Биохимии, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Институт фармации, Мартин-Лютер университет Галле-Виттенберг, Галле (Заале), Германия,
[4]Лейбниц Институт Биохимии Растений, Департамент биоорганической химии, Галле (Заале), Германия,
[5]ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия,
[6]ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии",
[7]Испанский Национальный Исследовательский Совет, Департамент Питания Растений, Сарагосса, Испания

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-453
E-mail: afrolov@ipb-halle.de

Протеомика представляет собой один из важнейших инструментов функциональной геномики, позволяющих непосредственно изучать регуляторные механизмы, лежащие в основе развития и старения растений, а также дающих возможность оценить вклад индивидуальных метаболических путей в эти процессы. Таким образом, этот подход идеален для изучения молекулярных механизмов, лежащих в основе мутуалистических растительно-микробных взаимодействий, таких как бобово-ризобиальный симбиоз. Поэтому, нами были изучены изменения клубенькового протеома гороха (*Pisum sativum*) и фасоли (*Phaseolus vulgaris*), образующих клубеньки недерминированного и детерминированного типа. Белки выделялись из клубеньков ювенильных, цветущих и зрелых растений, и, после протеолиза, полученные гидролизаты анализировалсь методами нанопоточной хромато-масс-спектрометрии высокого разрешения (nanoLC-ESI-Q- и LIT-Orbitrap-MS). Белки и их пост-трансляционные модификации (ПТМ) аннотировались с помощью поисковой машины SEQUEST. Относительный количественный анализ был проведен без использования изотопной метки. Анализ показал выраженные изменения протеома и ПТМ, связанные с возрастом клубеньков.

Проект поддержан грантом РНФ 17-16-01042.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

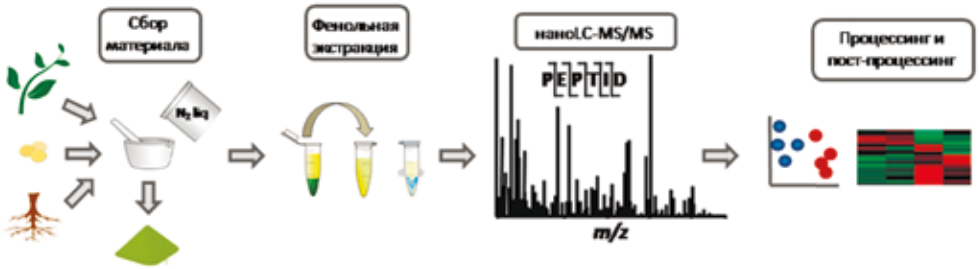
Matamoros MA et al. Protein carbonylation and glycation in legume nodules. Plant Phys. 177(4):1510-1528.

Bilova T et al. 2017. Global proteomic analysis of advanced glycation end products in the arabidopsis proteome provides evidence for glycation hotspots. J Biol Chem. 292(38):15758-15776.

Bilova T, . 2016. The snapshot of plant glycated proteome: structural, functional and mechanistic aspects. J. Biol. Chem. 291(14): 7621-7636.

Возьмите на заметку:

Старение корневых клубеньков сопровождается значительными изменениями их протеома представленность растительных белков в протеоме клубенька снижается с возрастом количество сайт-специфических модификаций белков клубеньков увеличивается с возрастом



Морфофизиологические изменения у сортообразцов озимой тритикале при засолении

Хабиева Н.А.[1], Алиева З.М.[1], Куркиев К.У.[2]

[1]ФГБО ВО "Дагестанский государственный университет", Махачкала, Россия,
[2]Дагестанская опытная станция филиала ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова", Дербент, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-454

E-mail: nadira.xabieva@mail.ru

Перспективной моделью в изучении солеустойчивости растений являются культивируемые in vitro клетки и ткани. Нами был проведен сравнительный анализ солеустойчивости сортообразцов озимой тритикале с использованием каллусных культур *in vitro.* В работе были использованы 5 сортообразцов озимой тритикале из коллекции Дагестанской опытной станции ВИР им. Н.И. Вавилова: Алмаз, ПРАГ530л-1934, *Timbo* и *Triskell*. Зародыши культивировали на среде МС с добавлением гормонов 2,4-Д, БАП и NaCl с концентрация 85 и 165 мМ. Все варианты культивировали в климатической камере при t 24±1°С. Устойчивость тритикале определяли по интенсивности каллусообразования и содержанию пролина.

Снижение ростовых показателей в условиях засоления было выражено у каллусов образца *Timbo.* У чувствительного сортообразца *Timbo* каллус формировался только на среде с более низкой концентрацией NaCl (85 мМ). Высокие ростовые характеристики выявлены у сортообразца *Triskell.* Изучаемые сортообразцы озимой тритикале различались и по накоплению пролина. Интенсивность накопления пролина в условиях засоления в каллусных тканях сортообразцов озимой тритикале была выше у солеустойчивых форм – *Triskell,* ПРАГ530л-1934 .

Трансгенные растения томата с аномалиями развития генеративных органов как экспериментальная модель для цитоэмбриологических исследований

Халилуев М.Р., Богоутдинова Л.Р., Баранова Е.Н., Кононенко Н.В., Чабан И.А.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-455
E-mail: marat131084@rambler.ru

Ранее методом агробактериальной трансформации получены независимые трансгенные растения томата, экспрессирующие гены защитных хитинсвязывающих белков (a*c, RS-intron-Shir*) и гевеиноподобных АМП (*SmAMP1, SmAMP2*), с повышенной устойчивостью к возбудителю фитофтороза. Среди них выделены 4 линии, у которых наблюдались кардинальные изменения генеративных органов вследствие нарушения идентичности флоральной меристемы. Это выражалось в формировании эктопических генеративных побегов и многоярусных партенокарпических плодов. Изменения длительно вегетативно наследовались и не были связаны с экспрессией чужеродных генов. Цитоэмбриологический анализ семязачатков установил, что зародышевый мешок развивался нормально, но в итоге дегенерировал. При этом семяпочка продолжала рост за счет пролиферации клеток эндотелия, формируя псевдоэмбриональную ткань. Причиной отсутствия нормального оплодотворения являлось формирование дефектной пыльцы. Таким образом, трансгенные линии томата с аномалиями флоральной меристемы могут быть использованы как модель для изучения особенностей развития репродуктивных и соматических тканей у покрытосеменных растений.

Работа поддержана грантом РФФИ № 18-04-00658.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Халилуев М.Р. и др. Аномалии в развитии флоральной меристемы у трансгенных растений томата не зависят от экспрессии генов, кодирующих защитные PR-белки и антимикробные пептиды // Онтогенез. 2014 (1):28-41.

Chaban I. et al. Abnormal development of floral meristem triggers defective morphogenesis of generative system in transgenic tomatoes // Protoplasma. 2018 (255): 1597–1611. doi: 10.1007/s00709-018-1252-y

Функциональные SNP-маркеры хлебопекарных качеств мягкой пшеницы в популяциях предуральской степной зоны

Хасанова А.А., Кулуев Б.Р.

Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-456
E-mail: aiz.galimova@yandex.ru

Несмотря на высокую потребность и глобальное значение хлебной пшеницы, достижения в области её геномики, в области применения геномных инструментов для улучшения её сортовых качеств отстают от других основных зерновых культур из-за большого размера генома (17 Гб), полиплоидности и т.д.

Потребительская приемлемость и коммерческая ценность сортов пшеницы зависят от хлебопекарных качеств. Факторами, определяющими хлебопекарные свойства пшеницы, являются качество крахмала и клейковины. Качество крахмала обусловливается содержанием амилозы. Продукт гена GBSS (granule-bound starch synthase), так же известный как белок Waxy (Wx), является ключевым ферментом для синтеза амилозы в эндосперме и определяет применимость муки для изготовления хлебобулочных изделий. Сорт пшеницы называется waxy, если объединяются три неактивных нуль-аллеля, что приводит к полному блокированию синтеза фермента GBSS и амилозы. Подобные сорта не применимы в хлебопекарном производстве.

Целью исследования является разработка тест-системы на основе функциональных SNP-маркеров хлебопекарных качеств для генетической селекции сортов мягкой пшеницы в популяциях предуральской степной зоны.

Влияние салициловой кислоты на некоторые физиологические показатели проростков пшеницы при оптимальной и низкой температурах

Холопцева Е.С., Игнатенко А.А., Репкина Н.С., Таланова В.В.

Институт биологии КарНЦ РАН, Федеральный исследовательский центр "Карельский научный центр РАН", Петрозаводск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-457

E-mail: holoptseva@krc.karelia.ru

Исследовали влияние салициловой кислоты (СК, 100 мкМ) на нетто-фотосинтез (Pn), дыхание (Rd), транспирацию (E), устьичную проводимость (g) и эффективность использования воды при фотосинтезе (WUE) у проростков пшеницы сорта Московская 39 при действии оптимальной (22°C) и низкой (4°C) температур в течение 7 сут.

Установлено, что СК при температуре 22°C вызывает некоторое снижение Pn, Rd/Pg, E и g у проростков пшеницы, но не влияет на величину WUE. Температура 4°C снижала E, g и Pn, но не изменяла отношение Rd/Pg и увеличивала WUE у растений. Экзогенная СК в этих условиях стабилизировала фотосинтез, усиливала снижение Rd/Pg, не влияла на E и g, но вызывала еще большее повышение WUE. Наряду с этим СК увеличивала биомассу растений пшеницы и повышала их холодоустойчивость как при оптимальной, так и при низкой температурах.

Таким образом, экзогенная СК при оптимальной температуре оказывает ингибирующее влияние на некоторые физиологические процессы растений, однако в условиях низкой температуры способствует стабилизации фотосинтеза и роста, что сопровождается повышением холодоустойчивости пшеницы.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП КарНЦ РАН в рамках ГЗ по теме № 0221-2017-0051.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Холопцева Е.С., Таланова В.В. Влияние низкой температуры и кадмия на интенсивность фотодыхания проростков пшеницы // Труды Карельского научного центра РАН (2018) 6: 22-29. DOI: 10.17076/eb704

Возьмите на заметку:

Салициловая кислота (100 мкМ) при оптимальной температуре оказывает ингибирующее влияние на некоторые физиологические процессы растений.

В условиях низкой температуры СК стабилизирует фотосинтез и повышает холодоустойчивость проростков пшеницы.

Роль фитогормонов в проявлении признаков пола у растений

Хрянин В.Н., Кагина Н.А.

ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет", Пенза, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-458
E-mail: viktor.khryanin@gmail.com

В настоящее время показано, что у древних растений (смолевка), найденных в вечной мерзлоте большинство цветков были строго женскими и только затем были сформированы бисексуальные. Можно считать, что низкие температуры способствовали синтезу цитокининов, определяющих женскую сексуализацию и это соответствует нашей эколого-горманально-генетической концепции проявления признаков пола у растений. Согласно этой концепции, влияние экологических факторов реализуется через воздействие на эндогенную гормональную систему, которая, в свою очередь, взаимодействует с генетическим аппаратом и обуславливает проявление пола у растений. Эти данные получены в экспериментах на двудомных и однодомных растениях с раздельнополыми цветками. Но пока трудно сказать, как происходит проявление пола у растений с бисексуальными и гермафродитными цветками. Видимо, у таких растений вместо преобладания того или иного гормона существует определенный баланс фитогормонов, который и приводит к бисексуальному цветку. Широкое распространение гермафродитных цветков позволяет думать, что требуемый баланс не столько относительный, сколько контролируемый какими-то стабилизирующими факторами.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Чайлахян М.Х., Хрянин В.Н. Пол растений и его гормональная регуляция. - М.: Наука, 1982. - 176 с.

M.Kh. Chailakhyan, V.N. Khrianin. Sexuality in Plants and Its Hormonal Regulation. - Springer-Verlag, 1987. - 159 p.

Влияние УФ-В на физиологические параметры растений *Arabidopsis thaliana*, дефицитных по криптохрому 1, выращенных на свету различного спектрального состава

Худякова А.Ю., Ширшикова Г.Н., Креславский В.Д.

ФИЦ ПНЦБИ РАН Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-459
E-mail: s_t_i_m_a_@mail.ru

Роль криптохромов в формировании защитных механизмов фотосистемы 2 (ФС2) растений в ответ на УФ-В радиацию мало изучена. На растениях Arabidopsis thaliana показано, что УФ-В снижает фотохимическую активность (Fv/Fм) и индекс производительности ФС2 (PIABS) у растений дикого типа (ДТ), выращенных на белом (БС) и красном (КС) свету, а также у мутантов, дефицитных по криптохрому 1 (*hy4*), выращенных на БС, КС и синем свету (СС). У растений *hy4* на СС и БС, снижение Fv/Fм было значительно выше, чем у ДТ. Аналогичные тенденции наблюдались у мутанта по криптохрому 1 и 2. Содержание УФ-поглощающих пигментов (УФПП) у СС и БС *hy4* было ниже, чем у ДТ. Как у КС, так и у СС растений экспрессия фотоморфогенетических генов *HYH* и *HY5* заметно увеличилась после обработки УФ-В, но была снижена экспрессия гена фоторецептора УФ-В *UVR8* у СС и КС *hy4* и гена *COP1* у *CC hy4*. Предполагается, что снижение устойчивости ФС2 у растений СС и БС hy4 может быть связано с низким содержанием УФПП. Есть основание считать, что пониженная экспрессия генов *UVR8* и *COP1*, вызванная дефицитом криптохрома 1, приводит к сдвигу про-/антиоксидантного баланса в сторону оксидантов. Работа поддержана грантом РФФИ № 18-34-00613 мол_а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

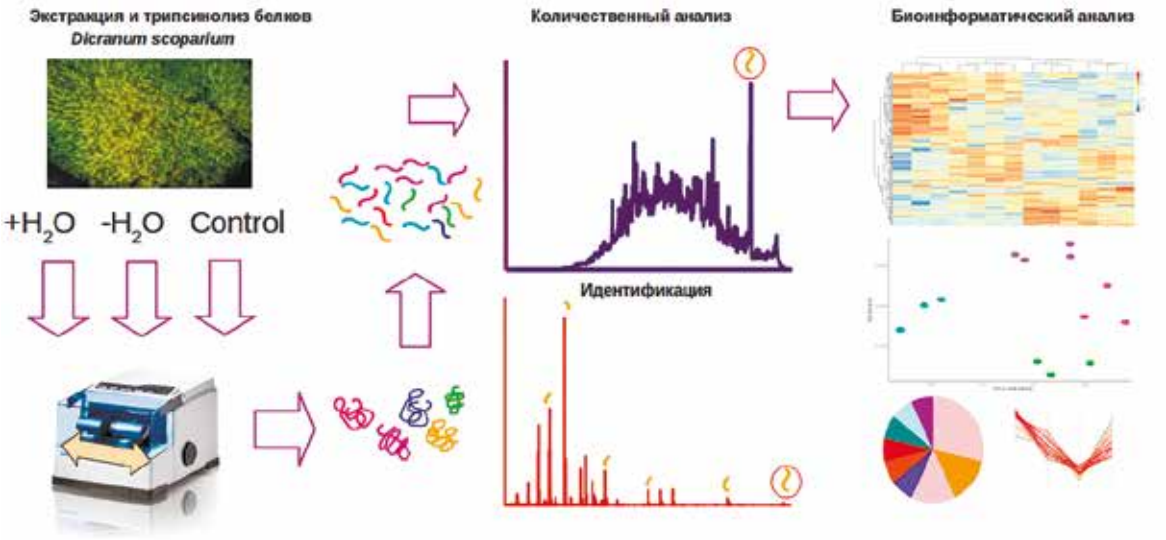
Khudyakova A. Yu. et al. Impact of UV-B radiation on the photosystem II activity, pro- /antioxidant balance and expression of light-activated genes in Arabidopsis thaliana hy4 mutants grown under light of different spectral composition // Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology (2019), https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2019.02.003

Применение протеомного метода для исследования реакции *Dicranum scoparium* на условия гипо- и гипергидратации

Царев А.А.[1,2], Лукашева Е.М.[1], Часов А.В.[3], Иллинг К.[4], Зинц А.[4], Фролов А.А.[1,2], Минибаева Ф.В.[3]

[1]Кафедра биохимии, Санкт-Петербургский государственный университет , Санкт-Петербург, Россия
[2]Leibniz Institute of Plant Biochemistry, Department of Bioorganic Chemistry, Галле, Германия
[3]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[4]Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg,Institute of Pharmacy, Галле, Германия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-460
E-mail: alexandretsarev@gmail.com

Мхи конститутивно находятся в условиях равновесия содержания воды с окружающей средой. Они в значительной степени полагаются на внутренние клеточные механизмы, ограничивающие повреждения тканей, связанные с засухой. Поэтому, в данной работе были исследованы изменения, происходящие в протеоме *Dicranum scoparium* в результате дегидратации при высушивании (24 ч при комнатной температуре) и гипергидратации (24 ч при 5°C). Белки выделяли методом фенольной экстракции, гидролизаты белков анализировали с помощью nanoLC-ESI-Q-Orbitrap-MS/MS. Идентификация осуществлялась с помощью алгоритма SEQUEST. Количественный анализ был основан на относительном подходе без использования изотопной метки. Функциональная аннотация была выполнена с помощью Mercator и LocTree3. Всего удалось выявить 560 белков. Из 63 диффереционально экспрессированных белков между контрольными и гипогидратированными образцами, экспрессия 45 белков была повышена в последних. В то же время 34 из 38 регулируемых гипогидратацией белков были повышены в образцах с повышенным содержанием воды.



Патоген-индуцируемые изменения экспрессии генов растений табака при развитии мягкой гнили, вызываемой *Pectobacterium atrosepticum*

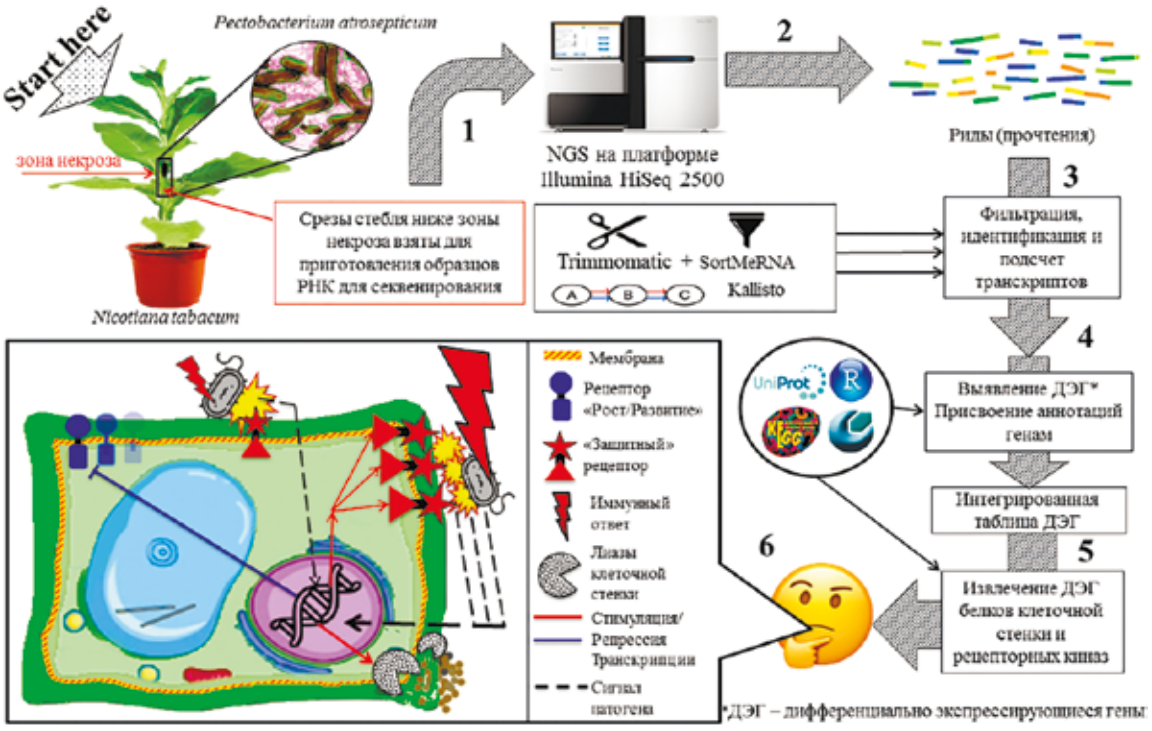
Церс И.Д., Горшков В. Ю., Губаев Р. Ф., Гоголева Н. Е., Гоголев Ю. В.

Казанский институт биохимии и биофизики -обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия, Казанский (Приволжский) федеральный университет
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-461
E-mail: lagrange400@gmail.com

Критерии физиологического преобразования растений при развитии мягких гнилей, вызываемых пектобактериями, не выяснены. Мы провели транскриптомное профилирование интактных и инфицированных растений и выявили около 8500 дифференциально экспрессирующихся генов. Важная проблема транскриптомики связана со сложностью объективной физиологической интерпретации такого большого массива данных. В качестве отправной точки, мы сконцентрировали внимание на двух группах генов, кодирующих: 1) различные рецепторные киназы и 2) белки клеточной стенки. С использованием различных баз данных мы составили интегрированный список генов, продукты которых относятся к этим двум категориям и провели дальнейшую функциональную классификацию на подкатегории в зависимости от структурно-функциональных характеристик белков. В дальнейшем мы сравнивали зависимость профиля экспрессии генов этих подкатегорий от присутствия определенных регуляторных элементов в их промоторных областях, локализации белков и их филогенетической близости. Это позволило нам выяснить ряд деталей «рецепторной стороны» взаимодействия пектобактерий и растений и объяснить механизм преобразования архитектуры клеточной стенки при патогенезе.

Возьмите на заметку:

Преобразование апопласта при развитии мягких гнилей определяется активацией экспрессии растительных (не только бактериальных) генов, при этом рецепторная система переориентируется так, чтобы увеличить интенсивность количественного иммунного ответа.



Клеточные механизмы развития симбиотического клубенька

Цыганов В.Е.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-462
E-mail: tsyganov@arriam.spb.ru

Взаимодействие бобовых растений и почвенных бактерий – ризобий проводит к формированию на корнях растений новых органов – симбиотических клубеньков. В основе развития симбиотического клубенька лежит дифференцировка, как клеток растения-хозяина, так и ризобий. Ризобии переходят в специализированную для азотфиксации форму – бактероиды. Бактероиды, окруженные симбиосомной мембраной растительного происхождения, формируют органелло-подобные структуры – симбиосомы. Для размещения многочисленных симбиосом растительная клетка также дифференцируется. Дифференцировка сопровождается реорганизацией элементов тубулинового и актинового цитоскелета, направленной на создание условий для значительного увеличения клетки в размерах и распределения клеточных органелл и симбиосом в клетке. Важную роль в развитии клубенька играют фитогормоны. Так гиббереллины и цитокинины играют позитивную роль в функционировании клубеньков, а этилен и абсцизовая кислота являются негативными регуляторами, стимулируя окончание функционирования клубеньков и переход их к старению, направленному на реутилизацию питательных веществ. Важным компонентом развития клубенька является его активная антиоксидантная система.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kitaeva A.B., et al. Comparative analysis of the microtubular organization in nodules of Medicago truncatula and Pisum sativum: Bacterial release and bacteroid positioning correlate with characteristic microtubular rearrangements // New Phytologist (2016) 210(1): 168-183. doi: 10.1111/nph.13792

Tsyganova A.V., et al. Cell differentiation in nitrogen–fixing nodules hosting symbiosomes (review) // Functional Plant Biology (2018) 45: 47-57. doi: 10.1071/FP16377

Возьмите на заметку:

В основе развития симбиотического клубенька бобовых растений лежит дифференцировка клеток, направленная на создание условий для размещения органелло-подобных симбиосом. Дифференцировка клеток клубенька сопровождается реорганизацией цитоскелета.

Сравнительный анализ перестройки растительно-микробного интерфейса симбиотических клубеньков *Pisum sativum* и *Medicago truncatula*

Цыганова А.В.[1], Селивёрстова Е.В.[1], Brewin N.J.[2], Цыганов В.Е.[1]

[1]ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии", Санкт-Петербург, Россия,
[2]John Innes Centre, Norwich, UK

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-463

E-mail: isaakij@mail.ru

Инфекция клеток корня бобового растения ризобиями включает в себя постепенную перестройку растительно-микробного интерфейса. Был проведен сравнительный анализ распределения и локализации пектинов и арабиногалактанового белка (AGP) в клубеньках *Pisum sativum* и *Medicago truncatula* дикого типа и мутантов, локированных на различных стадиях развития клубеньков. Были использованы моноклональные антитела для характеристики распределения гомогалактуронана (HG), рамногалактуронана I (RG-I) и AGP. Как высоко-, так и низкометилэтерифицированный HG локализовался в клеточных стенках и в стенках инфекционных нитей у обоих видов. Галактановая боковая цепь RG-I присутствовала в меристеме клубеньков у обоих видов и в стенках инфекционных нитей у *P. sativum*, но не у *M. truncatula*. Заякоренный в мембране AGP присутствовал у *P. sativum* на зрелых симбиосомных мембранах клубеньков дикого типа, но AGP отсутствовал на симбиосомных мембранах у мутанта по гену sym31 с недифференцированными бактероидами, что предполагает возможное участие AGP в созревании симбиосом. Таким образом, были продемонстрированы общие и видоспецифичные признаки перестройки клеточной стенки во время дифференцировки клубеньков.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

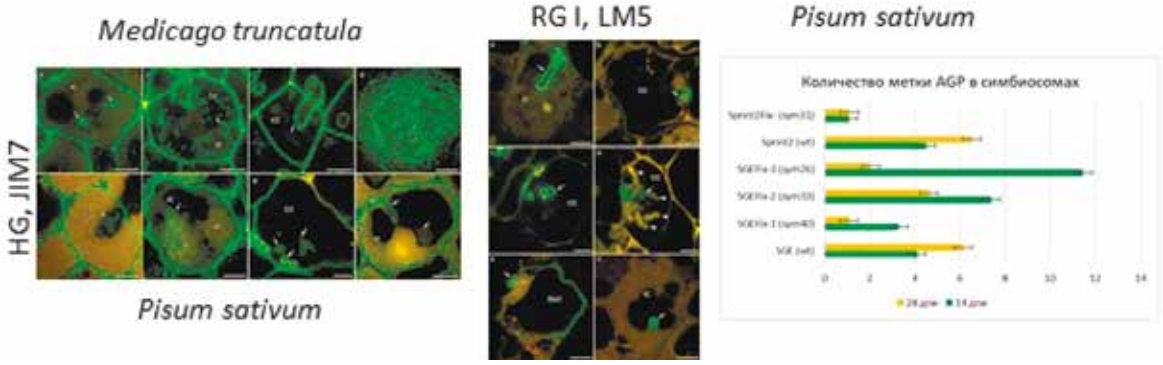
Ivanova K.A. et al. Induction of host defences by Rhizobium during ineffective nodulation of pea (Pisum sativum L.) carrying symbiotically defective mutations sym40 (PsEFD), sym33 (PsIPD3/PsCYCLOPS) and sym42 // Protoplasma (2015) 252: 1505-1517 doi: 10.1007/s00709-015-0780-y

Tsyganova A.V. et al. Comparative analysis of remodelling of the plant–microbe interface in Pisum sativum and Medicago truncatula symbiotic nodules // Protoplasma (2019) doi: 10.1007/s00709-019-01355-5

Возьмите на заметку:

1.Перестройка растительно-микробного интерфейса во время дифференцировки клубенька имеет как общий, так и видоспецифичный характер

2.Арабиногалактановые белки, заякоренные гликозилфосфатидилинозитолом в мембранах, участвуют в созревании симбиосом.



Evaluation of influence microbial preparation on the migration of Cu compounds in soil–plant system by growth of winter wheat

Чайковская Л.А., Овсиенко О.Л., Баранская М.И., Клименко Н.Н.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма", Симферополь, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-464
E-mail: baranskaya@rambler.ru

One of the most dangerous and most widespread chemical pollutions of the biosphere are heavy metals (HM). Therefore, the assessment of their biogenic migration in the "soil–plant" system and the search for ways to reduce toxic effects on the environment are priority and relevant. The task of our researches consisted of the determination of influence the microbial preparation (*Lelliottia nimipressuralis CCM* 32-3) on the migration of water soluble forms of Cu in the soil–plant system and grain quality of winter wheat (model field experiments). The positive effect of pressowing inoculation of seeds on the migration of water soluble forms of Cu in the soil–plant system was established. So, their accumulation in rhizosphere of inoculated plants decreased by 29-39%, roots – 7-28%, straw –7-39%, grain – 6-40%against control. Correlation analysis showed the presence of direct, close, reliable relationships between the content of water soluble Cu compounds in the rhizosphere, roots, straw and grain (r=0.89-0.98). The positive effect of inoculation on the quality (protein and gluten content increased to 15% and 28% against 13% and 24% in the control respectively) of grain has been showed.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Чайковская Л. А., Овсиенко О. Л., Баранская М. И., Ключенко В. В., Липиева Н. Н. ВОЗДЕЙСТВИЕ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ФОРМ МЕДИ В РИЗОСФЕРЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА // Таврический вестник аграрной науки. № 2(14). 2018 DOI 10.25637/TVAN.2018.02.04.

Рандомизация вектора силы тяжести приводит к изменению протеома прорастающих семян рапса

Чанцева В.В.[1], Дидио А.В.[2,3], Илинг К.[4], Гришина Т.В.[2], Хохенвартер В.[5], Зинц А.[4], Смоликова Г.Н.[1], Билова Т.Е.[1], Фролов А.А.[2,3], Медведев С.С.[1]

[1]Кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Кафедра биохимии, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия,
[3]Департмент биоорганической химии, Лейбниц-Институт биохимии растений, Галле/Заале, Германия,
[4]Департмент фармацевтической химии и биоаналитики, Институт фармации, Мартин-Лютер университет Галле-Виттенберг, Галле/Залле, Германия,
[5]Исследовательская группа анализа протеома, Лейбниц-Институт биохимии растений, Галле/Залле, Германия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-465
E-mail: veronika.chantseva@gmail.com

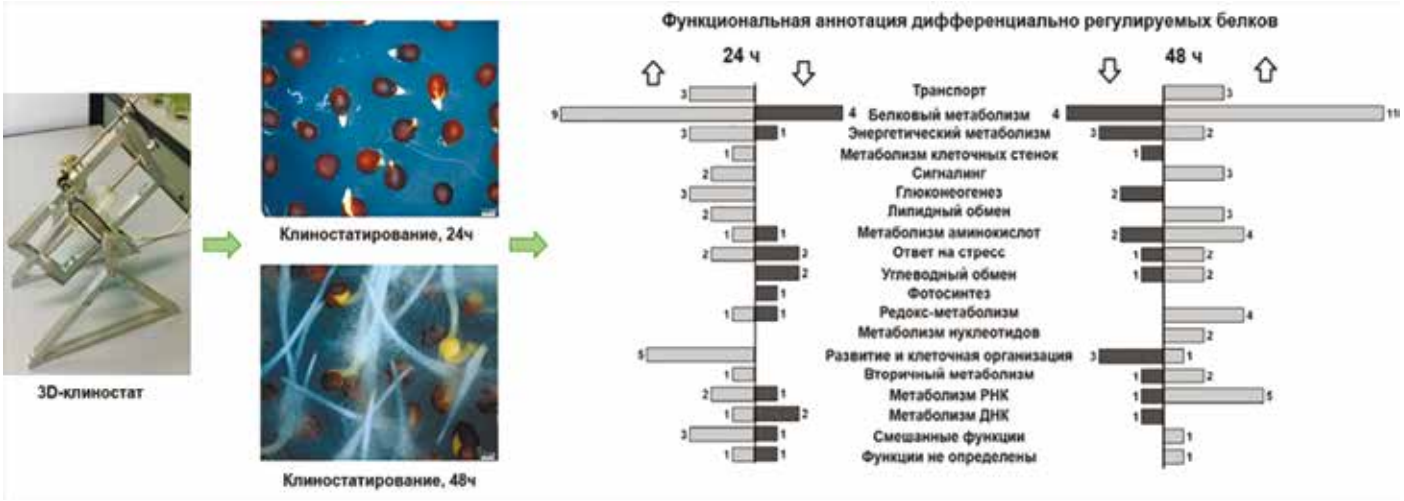
Величина и направление вектора гравитации определяют полярный рост и расположение органов растения в условиях Земли. Для изучения молекулярных механизмов полярного роста удобной моделью является микрогравитация, при которой сила тяжести близка к нулю. Это условие невозможно создать на Земле. Однако, эффект «невесомости», оказываемый микрогравитацией на растения, можно моделировать, рандомизируя вектор гравитации 3D-клиностатированием. Целью работы было изучить влияние 3D-клиностатирования на изменения метаболома и протеома семян рапса, прорастающих 24 и 48 часов. Состояние проростков оценивали по физиологическим и биохимическим маркерам. Относительное содержание метаболитов было охарактеризовано с помощью газовой хромато-масс-спектрометрии. Протеом исследовали с помощью нано-поточной высокоэффективной хромато-масс-спектрометрии. В обеих возрастных группах клиностатирование изменяло паттерны белков, сахаров и фосфосахаров. В частности, выявлено 136 чувствительных к клиностатированию белков, многие из которых были вовлечены в метаболизм белков, транспорт и сигналинг.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №17-04-00862.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Chantseva V. et al. 3D-clinorotation induces specific alterations in metabolite profiles of germinating Brassica napus L.seeds // Biological Communications (2019) в печати

Frolov A. et al. The effect of simulated migrgravity on the Brassica napus seedling proteome // Functional Plant Biology (2018) 45(4):440-452 https://doi.org/10.1071/FP16378



Роль пероксидазы в стрессовом ответе бриофитов

Часов А.В.[1,2], Онеле А.О.[2], Трифонова Т.В.[1], Викторова Л.В.[1], Минибаева Ф.В.[1,2]

[1]Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия,
[2]Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-466
E-mail: chasov@kibb.knc.ru

Мхи являются высшими несосудистыми растениями-экстремофилами, способными выживать при обезвоживании, действии неблагоприятных температур и тяжелых металлов. Среди механизмов устойчивости особую роль играют редокс-ферменты пероксидазы (ПО). Нами показано, что ПО мхов активируются при стрессе, индуцированном обезвоживанием и последующей регидратацией побегов. Как и ПО высших сосудистых растений, они проявляют про- и антиоксидантные свойства, тем самым регулируя содержание активных форм кислорода. Нами обнаружены термостабильные ПО, которые сохраняют активность после выдерживания побегов мхов в течение суток при 125°С или после кипячения экстрактов мхов в течение 30 мин. После высушивания при 125°С побеги мхов сохраняют способность к образованию гидроксильных радикалов, в образовании которых могут участвовать ПО. Показано, что побеги разных видов мхов, произрастающих в экологически неблагоприятных условиях, в различной степени накапливают ионы тяжелых металлов, что может быть обусловлено различной сорбционной способностью мхов и состоянием их окислительно-восстановительных систем.

Работа осуществлена при поддержке РФФИ и Правительства РТ (грант № 18-44-160031).

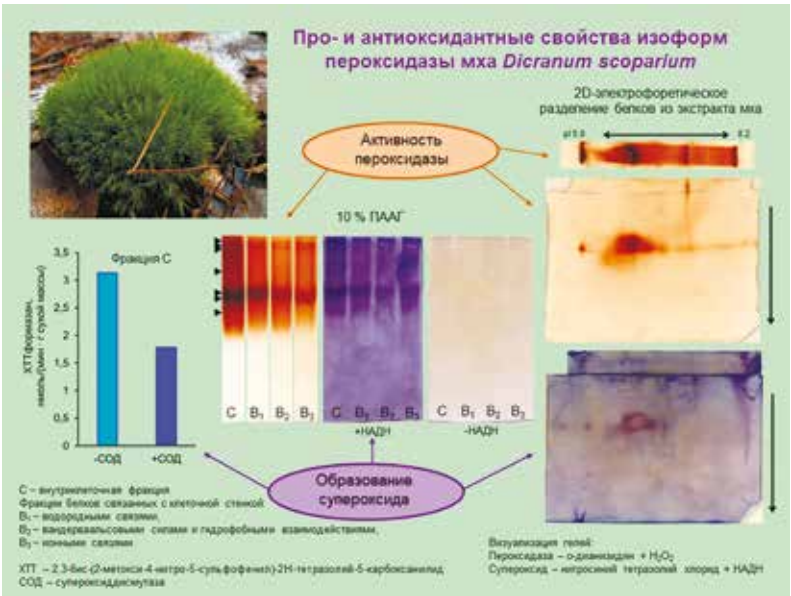
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Часов А.В. и др. Активность окислительно-восстановительных ферментов в талломе Anthoceros natalensis // Биохимия (2015) 80 (9): 1391-1404. DOI: 10.1134/S0006297915090060

Onele A.O. et al. Biochemical characterization of peroxidases from the moss Dicranum scoparium // South African Journal of Botany (2018) 119: 132-141. doi.org/10.1016/j.sajb.2018.08.014

Возьмите на заметку:

Нами показано, что пероксидазы бриофитов активируются при стрессе, как и перксидазы высших сосудистых растений, они способны и к детоксикации, и к образованию АФК; способны сохранять активность после действия экстремальных температур.



Использование харпинов в качестве индукторов растительного иммунитета

Чеботарёв Л.Ю., Валентович Л.Н.

Государственное научное учреждение "Институт микробиологии Национальной академии наук Беларуси", Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-467
E-mail: leuch@mbio.bas-net.by

Мировой тренд последних десятилетий — разработка фитопротекторных средств, активирующих природный защитный потенциал растений. Обработка харпинами (вспомогательными белками системы секреции III типа фитопатогенных бактерий) считается одним из методов иммунизации растений, вызывающих системную приобретенную устойчивость, охватывающую не только бактериальные фитопатогены, но и грибы, вирусы и насекомых.

Мы создали библиотеку генетических элементов на основе плазмид pJET1.2, pET42a (+) и pFLAG-CTC, несущих гены *hrpZ, hrpN, hrpW, xopF1* и *hpa1* нескольких штаммов фитопатогенных бактерий, принадлежащих родам *Pseudomonas, Pectobacterium, Erwinia, Dickeya* и *Xanthomonas.* Была продемонстрирована возможность сверхэкспрессии указанных генов, и проведены предварительные эксперименты для оценки воздействия харпинов на растения. Для сверхэкспрессии гена *xopF1* были созданы новые варианты векторов, в которые была добавлена последовательность конститутивного промотора PS1. Уровни экспрессии генетических конструкций подтверждены вестерн-блоттингом. Ведутся дальнейшие исследования анализа влияния последовательностей харпинов на иммунитет растений.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Чеботарёв, Л. Ю. [и др.] Создание библиотеки генов, кодирующих харпины фитопатогенных бактерий, с целью разработки фитопротекторных средств нового поколения / Л. Ю. Чеботарёв [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты : сб. науч. трудов. / Ин-т микробиологии Нац. акад. наук Беларуси ; ред. колл.: Э. И. Коломиец (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Т.8. – С. 289-311.

Возьмите на заметку:

Обработка харпинами (вспомогательными белками системы секреции III типа фитопатогенных бактерий) — один из методов иммунизации растений, вызывающий системную приобретенную устойчивость против бактериальных фитопатогенов, грибов, вирусов и насекомых.

Пигментный состав овса посевного, культивируемого для получения осеннего криокорма

Чепалов В.А.[1], Дымова О.В.[2], Софронова В.Е.[1]

[1]Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", Якутск, Россия,
[2]Институт биологии Коми НЦ УрО РАН ФГБУН ФИЦ «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук», Сыктывкар, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-468

E-mail: cva74@mail.ru

Климат Якутии благоприятен для производства зеленого криокорма, так как отрицательные температуры консервируют зеленую массу растений ярового овса поздних сроков сева, не успевших пройти весь цикл развития. Важным показателем питательной ценности криокорма является уровень содержания каротиноидов, действующих как регуляторы метаболизма, антиоксиданты. Впервые методом ВЭЖХ проведены исследования пигментного состава в листьях растений овса оптимального и позднего срока севов. У растений позднего сева содержание хлорофиллов (15-16 мг/г) и каротиноидов (2.9 мг/г) до конца первой декады сентября на 11-13%превышали показатели контрольных растений с оптимальным сроком сева. Снижение температуры со второй половины сентября до начала октября (от +6…+8°С до околонулевых) приводило к постепенному уменьшению хлорофиллов на 40%. Каротиноиды проявили большую устойчивость к низким температурам. При уходе зеленых растений в фазе молочной спелости под снег в октябре, содержание суммы каротиноидов составило 2.2 мг/г сухой массы. На долю β-каротина приходилось 26-30%, ксантофиллы лютеин+зеаксантин составляли 39-40%, виолаксантин – 17-21, неоксантин – 9-10, антераксантин – 4-5% от суммы каротиноидов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

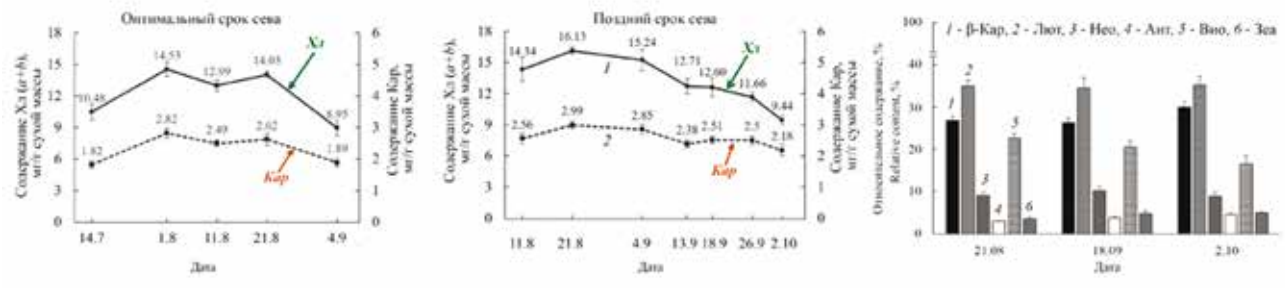
Софронова В.Е., Дымова О.В., Головко Т.К., Чепалов В.А., Петров К.А. Адаптивные изменения пигментного комплекса хвои Pinus sylvestris при закаливании к низкой температуре // Физиология растений (2016) 63: 461-471. doi: 10.7868/S001533031604014X

Софронова В. Е., Чепалов В. А., Дымова О. В., Головко Т. К. Роль пигментной системы вечнозеленого кустарничка Ephedra monosperma в адаптации к климату Центральной Якутии // Физиология растений (2014) 61: 1-9. doi: 10.7868/S0015330314060189

Возьмите на заметку:

1. Долевое содержание индивидуальных каротиноидов в пуле желтых пигментов мало зависит от фенофазы и сезонного снижения температуры.

2. При зимнем хранении зеленой массы замерзших растений в рулонах потери каротиноидов не превышали 20%.



Влияние бактериальных липопептидов на ферменты про-/антиоксидантной системы пшеницы в норме и при заражении возбудителем септориоза

Черепанова Е.А., Бурханова Г.Ф., Сарварова Е.Р., Максимов И.В.

ФГБНУ "Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН", Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-469
E-mail: k_cherepanova@mail.ru

Среди биологически активных метаболитов эндофитных бактерий рода *Bacillus* sp. большой интерес представляют липопептиды, способные активировать работу некоторых защитных генов в растениях и запускать механизмы системной индуцированной устойчивости. Мы исследовали влияние липопептидов, выделенных из среды культивирования *Bacillus* spp. различных штаммов на устойчивость пшеницы к возбудителю септориоза. Об изменениях, происходящих при этом в про-/антиоксидантной системе растений пшеницы судили, оценивая ферментативную активность пероксидазы, каталазы и липоксигеназы, а так же транскрипционную активность их генов. Липопептиды, синтезируемые бактериальными штаммами, идентифицировали методом ВЭЖХ. Выявлено, что предобработка пшеницы липопептидами оказывает значительное влияние на ферменты про-/антиоксидантной системы, стимулируя защиту растений от патогена. Выраженность защитных реакций растений зависела от вида бактерии и синтезируемого ею липопептида. Полученные результаты могут помочь в разработке биопрепаратов для растениеводства.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 17-29-08014 (2018).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Бурханова Г.Ф. и др. Бактерии рода Bacillus в регуляции устойчивости пшеницы к Septoria nodorum Berk.//Прикладная биохимия и микробиология (2017) 3: 308-315. doi: 10.7868/S0555109917030047.

Максимов И.В., Черепанова Е.А. Липопептиды эндофитов и фитоиммунитет: перспективы практического использования// Биомика (2018) 1: 57-61. doi: 10.31301/2221-6197.bmcs.2018-13.

Возьмите на заметку:

Эндофитные бактерии, секретирующие липопептиды - перспективные компоненты для экологически безопасных препаратов, повышающих устойчивость растений к патогенным микроорганизмам.

Накопление L-аргинина в хвое *Pinus sylvestris* L. в сезонной динамике при разных сроках внесения азота и бора

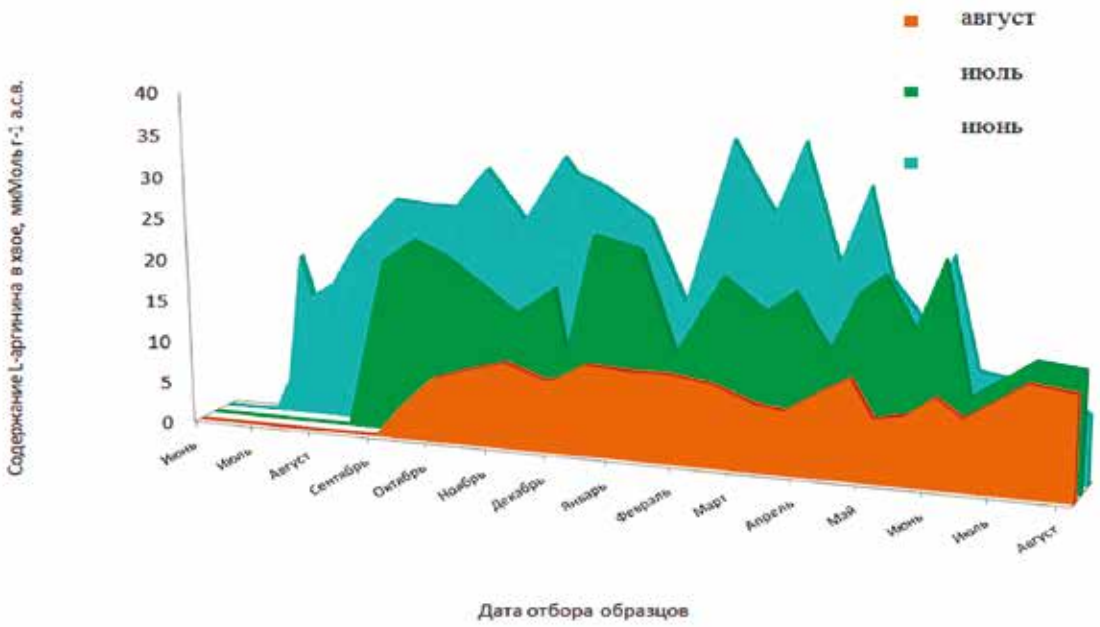
Чернобровкина Н.П.[1], Робонен Е.В.[1], Зайцева М.И.[2], Егорова А.В.[1]

[1]Институт леса — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия,
[2]ФГБОУ ВО "Петрозаводский Государственный Университет", Петрозаводск, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-470
E-mail: chernobr@krc.karelia.ru

При высоком, по сравнению с другими ЭМП, поступлении азота в хвойное растение, часть его не используется для синтеза белков и запасается в форме аминокислот с высоким содержанием азота, прежде всего в форме L-аргинина. Известно, что бор стимулирует поступление азота в хвойное растение, влияет на активность ферментов азотного обмена и способствует активации метаболических процессов у них. Эти особенности хвойных растений использованы при разработке основных принципов биотехнологии получения древесной зелени, обогащенной L-аргинином. Поставлена задача определения сроков внесения азота и бора, обеспечивающих максимальный эффект. Проведено исследование сезонной динамики содержания L-аргинина в хвое 10-летней сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на опытных участках, где в почву вносили азот в высокой дозе (300 кг га$^{-1}$) и бор – в оптимальной (3 кг га$^{-1}$) однократно по вариантам эксперимента: в первой декаде июня, третьей декаде июля или третьей декаде августа. Максимальное накопление L-аргинина в хвое происходило в сентябре и в феврале-марте при внесении азота и бора в июне. В варианте внесения в августе уровень аргинина в хвое повышался также в летний период следующего года.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Чернобровкина Н.П. и др. Сезонная динамика аргинина в хвое *Pinus sylvestris* L. в зависимости от сроков внесения азота и бора // Химия растительного сырья (2018) 2: 159-168. doi: 10.14258/jcprm.2018022862



Желатинозные волокна у представителей разных таксонов современных наземных растений

Чернова Т.Е., Агеева М.В., Горшкова Т.А.

Казанский институт биохимии и биофизики - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-471

E-mail: chernova.t@mail.ru

Желатинозные волокна – клетки механической ткани, формирующие клеточную стенку желатинозного типа. Желатинозные волокна могут образовываться в коре или быть сопряженными с проводящими тканями в различных органах растений – побегах, листьях, корнях, плодоножках, колючках, усиках. У некоторых видов желатинозные волокна развиваются конститутивно, в ходе онтогенеза растения, как, например, у представителей лубоволокнистых культур – лен, конопля, рами. У других видов желатинозные волокна формируются под действием нагрузки, например, в древесине натяжения тополя и эвкалипта, корнях геофитов, усиках и вьющихся побегах лазающих растений, плодоножках.

В ходе анализа более 50 видов растений, относящихся к 20 порядкам, выявлено, что желатинозные волокна присущи различным таксонам современных наземных растений, в том числе наиболее древним, таким как плауны и хвощи. Причем желатинозные волокна эволюционно разобщенных таксонов формируют клеточную стенку организованную сходным образом. Изменения, обнаруженные у некоторых видов и, вероятно, возникшие в ходе эволюции растений, могут быть связаны с составом матриксных полисахаридов и организацией их надмолекулярной структуры. Исследования проведены при финансовой поддержке РНФ (грант 19-14-00361).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Gorshkova T. et al. Plant 'muscles': fibers with a tertiary cell wall // New Phytologist (2018) 218(1): 66-72. doi:10.1111/nph.14997

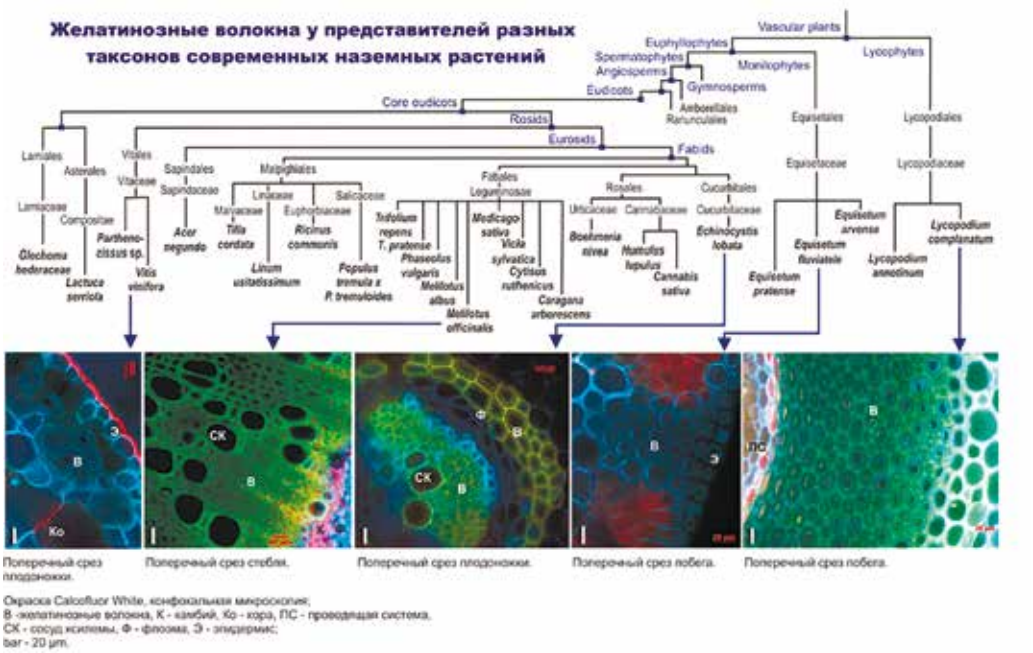
Chernova T.E. et al. Development of distinct cell wall layers both in primary and secondary phloem fibers of hemp (Cannabis sativa L.) // Ind. Crops and Prod, (2018) 117: 97-109. doi:10.1016/j.indcrop.2018.02.082

Возьмите на заметку:

Желатинозные волокна довольно рано появляются в ходе эволюции растений.

Такой тип волокон широко представлен на эволюционном древе современных наземных растений.

Клеточная стенка желатинозных волокон разных видов организована консервативно.



Брассиностероиды вызывают «драматическую» стимуляцию роста и увеличение размеров клеток протокормов декоративных орхидей *Phalaenopsis* × hybridum Blume

Черныш М.А.[1], Пржевальская Д.А.[1], Цыбульская Л.А.[1], Жабинский В.Н.[2], Хрипач В.А.[2], Смолич И.И.[1], Демидчик В.В.[1]

[1]Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
[2]Институт биоорганической химии НАН Беларуси, Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-472
E-mail: chernyshmaryia@gmail.com

Потенциал брассиностероидов (БС) в качестве регулятора роста и развития орхидных в культуре *in vitro* практически не изучен. Также, несмотря на важность орхидных как одного из наиболее обширных семейств высших растений, роль БС в регуляции их физиологических процессов пока не продемонстрирована. В настоящей работе было показано, что введение в среду культивирования 10^{-10}–10^{-6} М брассинолида (БЛ), кастастерона (КС), 24-эпикастастерона (ЭК), 28-гомокастастерона (ГК), 24-эпибрассинолида (ЭБ) и 28-гомобрассинолида способно стимулировать ростовые процессы у протокормов *Phalaenopsis* × hybridum Blume в культуре *in vitro*. Неожиданным результатом, полученным в работе, было то, что воздействие БС на удлинение и набор биомассы превосходил по своей силе влияние ауксинов (ИУК, ИМК, НУК и 2,4-Д), в то время как совместное введение БС и ауксинов обладало антагонистическим эффектом. Влияние БС на рост протокормов *Phalaenopsis* сопровождалось резким увеличение размеров и изменением формы паренхимных клеток. Например, средний объем клеток, выращенных на фоне 10^{-7} М ЭБ, увеличивался в 5-9 раз по сравнению с контролем; форма клеток при этом становилась более округлой.

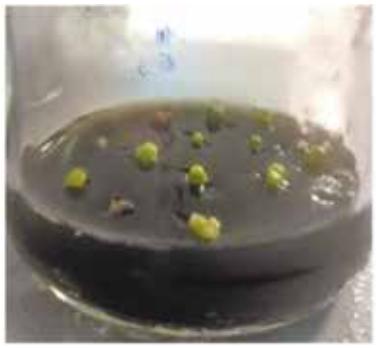
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Черныш М.А. и др. Модификация процессов роста и набора биомассы протокормов Phalaenopsis × hybridum Blume в культуре in vitro под действием брассинолида и кастастерона // Журн. Белорус. гос. ун-та. Биология (2018) 2: 106-113.

Возьмите на заметку:

Влияние стероидных фитогормонов на физиологические процессы у орхидных крайне плохо изучены.

В данной работе мы впервые продемонстрировали, что брассиностероиды стимулируют рост декоративных орхидей.



Изменение некоторых физиолого-биохимических показателей в надземных органах овса посевного в условиях засоления и разного pH-уровня корневой среды

Четина О.А., Акбулякова Г.М.

ФГБО ВПО "Пермский государственный национальный исследовательский университет", Пермь, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-473
E-mail: chetoks@gmail.com

Изучены некоторые физиолого-биохимические показатели в листьях овса посевного *Avena sativa* L. при отдельном и совместном воздействии засоления (100мМ, 200мМ NaCl) и разных pH-уровней корневой среды (pH 3; pH 6,5; pH 10). Через 30 мин отмечено увеличение содержания перекиси водорода на всех опытных вариантах. Активность каталазы и пероксидаз усилилась при отдельном действии исследуемых факторов корневой среды. На фоне комбинированного стресса в листьях растений не выявлено существенного увеличения активности этих антиоксидантных ферментов. Содержание пролина в надземных органах овса посевного возрастает с увеличением концентрации NaCl в корневой среде при нейтральной реакции и снижается на кислой и щелочной среде. Возможно, разбалансировка между АФК-генерирующими системами и системами антиоксидантной защиты при сочетании неблагоприятных условий корневой среды связана с недостаточным количеством времени для формирования адаптивного ответа. Наибольшее негативное влияние на ростовые показатели овса оказывало сочетание засоления и кислой реакции корневой среды.

Сигнальная связь между хлоропластами и устьицами при регуляции фотосинтеза

Чиков В.И.

Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-474
E-mail: vichikov@bk.ru

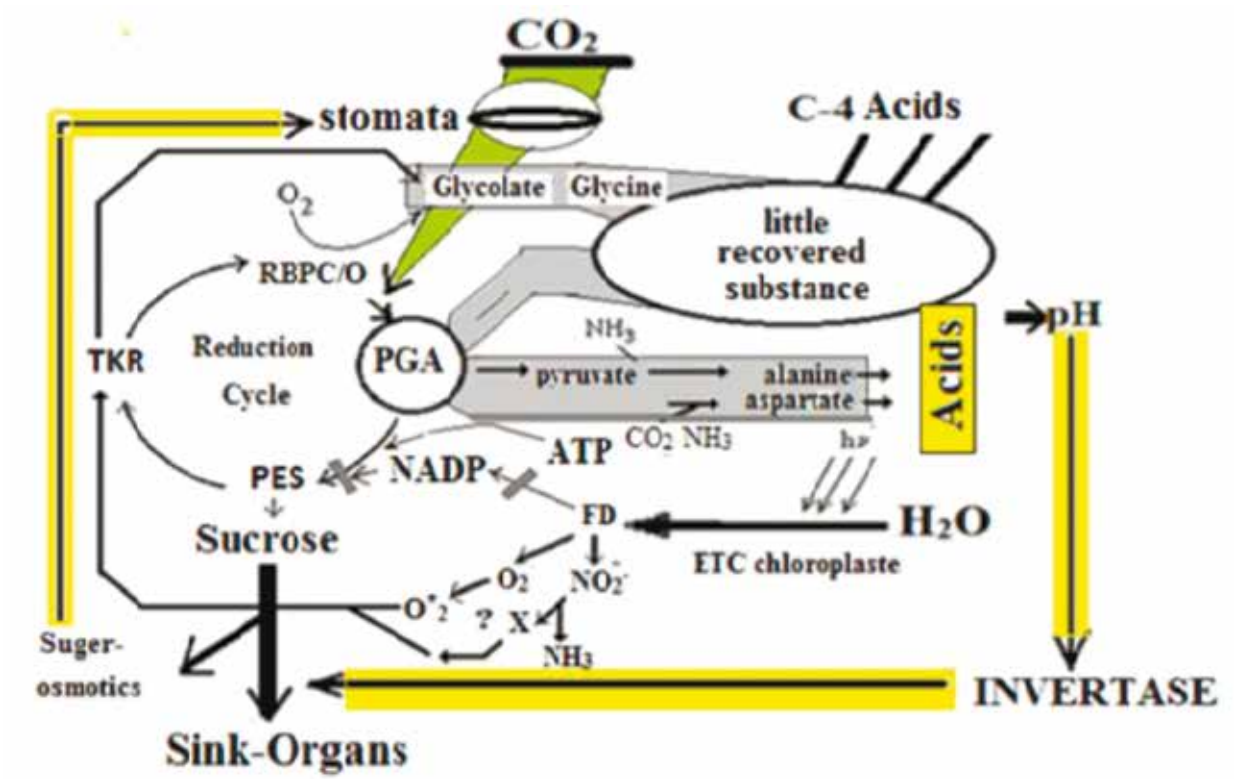
На основании данных исследования газообмена листьев и фотосинтетического метаболизма углерода при нарушении экспортной функции листа, путем сокращения массы либо фотосинтезирующих (зрелых) листьев, либо части потребляющих продукты фотосинтеза органов, показано, что при нарушении баланса интенсивности темновых реакций усвоения CO_2 и световых процессов образования АТФ и НАДФН, в хлоропластах формируется сигнал, который заключается в изменении pH водной среды в пластидах. Распространение этого сигнала, сначала в мезофильную клетку, а затем и в апопласт листа вызывает изменение активности апопластной инвертазы. В результате, меняется концентрация сахаров в водной среде апопласта, что влияет на тургор замыкающих клеток устьиц и степень их открытости. Последнее приводит к согласованию световых и темновых процессов в хлоропластах. Такой же сигнальный механизм регуляции фотосинтеза срабатывает и при нарушении баланса световых и темновых процессов в хлоропластах под действием и других факторов (например, концентрации нитратов в почве).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Chikov V.I. The Participation of Apoplast Invertase in the Regulation of Photosynthesis by Stomatal Mechanism //Journal of Plant Sciences (2017) 5(5): 134-145. doi:10.11648/j.jps.20170505.12

Возьмите на заметку:

Схема регуляции фотосинтеза в целом растении:



Регуляция активности H+ -пирофосфатазы тонопласта культуры табака линии By-2 в ходе роста растяжением

Чэнь Т., Кирпичникова А.А., Емельянов В.В., Шишова М.Ф.

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра физиологии и биохимии растений, Санкт-Петербург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-475

E-mail: ctz1985@mail.ru

Вакуолярная пирофосфатаза, расщепляя пирофосфат, участвует в генерации электрохимического градиента протонов на тонопласте и в реализации роста растяжением, который является интегральным процессом, инициируемым фитогормонов ауксином. Однако сведения об изменении интенсивности работы H+-пирофосфатазы тонопласта при снижении чувствительности клеток к ауксину отсутствуют. Данное исследование, оценивающее вклад АСБ1 в регуляцию активности H+-пирофосфатазы в ходе роста растяжением, было проведено на клетках табака культуры By-2 (*Nicotiana tabacum* L. cv. Bright Yellow) дикого типа и трансгенной линии NAS1.

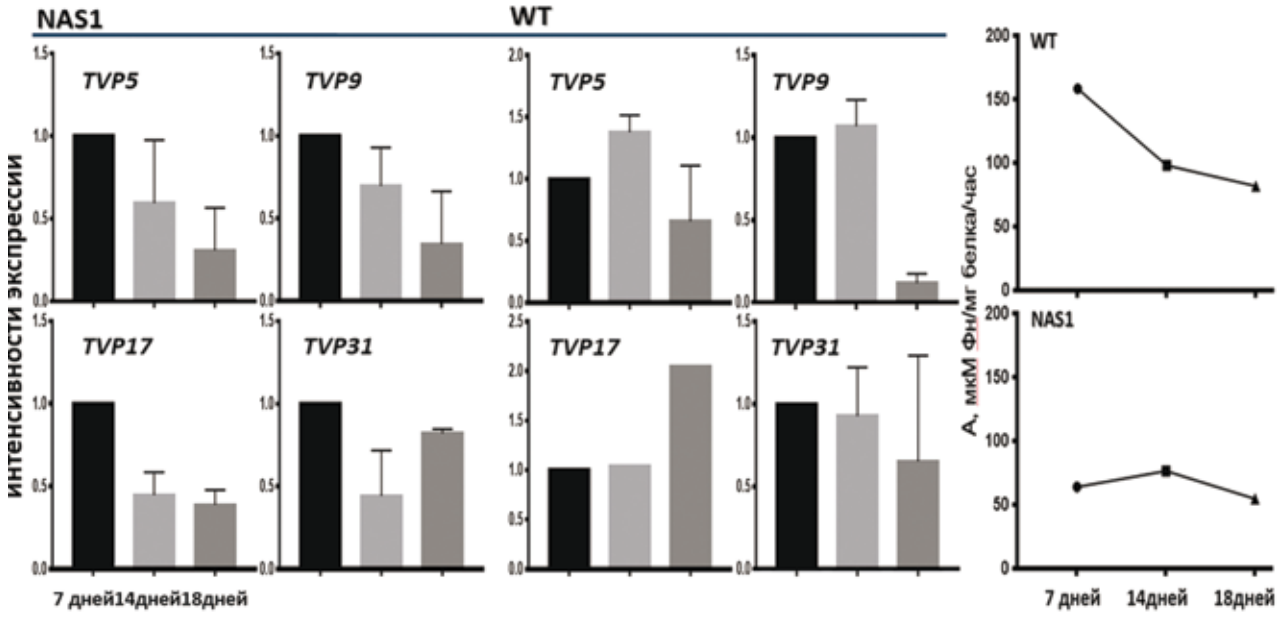
Выявлено, что экспрессия генов *TVP5, TVP9, TVP17* и *TVP31*, кодирующих изоформы фермента, оставалась без изменений, как и динамика содержания H+-пирофосфатазы в составе тонопласта. Тем не менее, у клеток By-2 уровень гидролитической активности фермента снижался, что указывает на регуляцию на посттрансляционном уровне. Отсутствие эффекта у клеток NAS1 впервые продемонстрировало роль АСБ1 в регуляции активности H+-пирофосфатазы тонопласта.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 19-04-00655

Основные публикации авторов по тематике доклада:

T. Chen, Yu. V. Mikhaylova, M.F. Shishova, Molecular phylogenetic analysis of the tonoplast H+-ATPase subunits. //Russian Journal of Genetics: Applied Research. (2017), 7: 592. https://doi.org/10.1134/S207905971706003X

Kirpichnikova, A., Chen., T., Teplyakova, S., and Shishova, M. 2018. Proton pump and plant cell elongation. Bio. Comm. 63(1): 32-42. https://doi. org/10.21638/spbu03.2018.105



Аквапорины и АБК в листьях растений ячменя, различающихся по солеусточивости

Шарипова Г.В., Веселов Д.С., Ахиярова Г.Р., Иванов Р.С., Кудоярова Г.Р.

Уфимский институт биологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-476
E-mail: g.v.sharipova@mail.ru

Закрытие устьиц в результате накопления АБК при засолении позволяет поддерживать оводненность тканей. Роль в этом процессе водных каналов аквапоринов изучена недостаточно. Исследовано влияние засоления на уровень аквапоринов и АБК у контрастных по солеустойчивости сортов ячменя Прерия и Михайловский, выращенных в водной культуре. Засоление вызывали добавлением в питательную среду хлорида натрия до конечной концентрации 100 мМ. Для детекции аквапоринов и фитогормона абсцизовой кислоты (АБК) использовали метод иммунолокализации. Наблюдали снижение уровня аквапоринов в листьях в ответ на засоление на фоне повышения уровня абсцизовой кислоты (АБК). Добавление хлорида натрия почти в 3 раза снижало уровень окрашивания на аквапорины у растений более устойчивого к засолению сорта Прерия и только в полтора раза – у растений сорта Михайловский, что соответствовало более быстрому снижению транспирации у растений этого сорта. Результаты иммуногистохимической локализации показали повышение содержания АБК в листьях под влиянием засоления, что может быть связано с уменьшением притока воды, из-за снижения в этих условиях уровня аквапоринов.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Veselov D.S.et al.Rapid changes in root HvPIP2;2 aquaporins abundance and ABA concentration are required to enhance root hydraulic conductivity and maintain leaf water potential in response to..//Funct.Plant Biol.2018,45,143–149 doi.org/10.1071/FP16242

Sharipova G.et al.Exogenous application of abscisic acid (ABA) increases root and cell hydraulic conductivity and abundance of some aquaporin isoforms in the ABA deficient barley mutant Az34//AnnalsBot.2016.118(4):777-785 doi:10.1093/aob/mcw117

Возьмите на заметку:

Результаты иммуногистохимической локализации показали повышение содержания АБК в листьях под влиянием засоления, что может быть связано с уменьшением притока воды, из-за снижения в этих условиях уровня аквапоринов.

Апопластный аскорбат в регуляции роста растений

Шарова Е.И.

ФГБО ВО "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-477
E-mail: e.sharova@spbu.ru

Протекающие в апопласте редокс-реакции регулируют растяжимость клеточных стенок, от которой зависит рост растений. Аскорбиновая кислота (АК) и фенолы —основные редуктанты апопласта, в котором очень мало глутатиона и отсутствует НАД(Ф)·Н. Влияние апопластной АК на рост связывают с ее способностью задерживать окисление фенолов пероксидазами и регулировать содержание активных форм кислорода. Слабым звеном этих гипотез является недостаток сведений о динамике аскорбата в апопласте растущих клеток. В данной работе спектрофотометрическими методами были определены концентрации АК и дегидроаскорбиновой кислоты (ДАК) в апопласте зоны растяжения этиолированного мезокотиля кукурузы. Содержание АК+ДАК в апопласте составляло 2-4% их суммарного количества в ткани. Базипетальное торможение роста сопровождалось резким снижением концентрации АК в апопласте и небольшим — ДАК. Под влиянием освещения и АБК, тормозящих удлинение мезокотиля, уровень АК+ДАК в апопласте снижался, а при ИУК-зависимой стимуляции роста — повышался. Эти данные свидетельствуют об участии апопластного аскорбата в регуляции растяжения клеток мезокотилей кукурузы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-04-00862.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

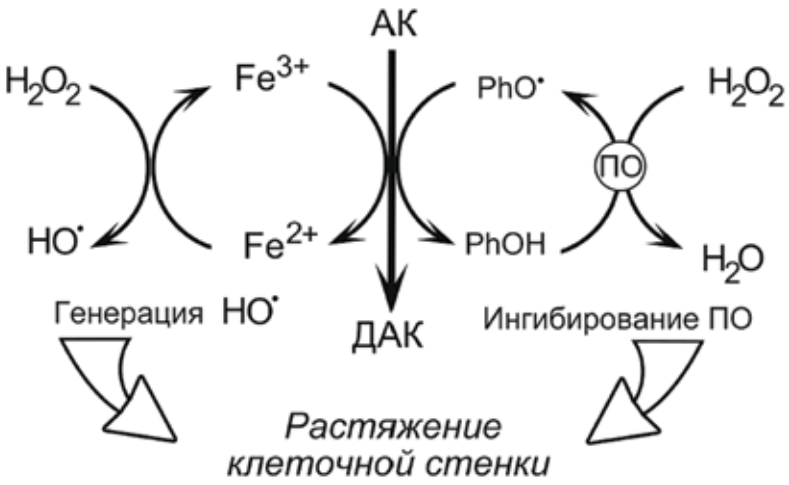
Шарова Е.И. Антиоксиданты растений. СПб: Изд-во СПбГУ. 2016. 140 с. ISBN 978-5-288-05641-3.

Шарова Е.И., Медведев С.С. Редокс-реакции в апопласте растущих клеток // Физиология растений (2017) 64: 3-18. doi: 10.7868/S0015330317010146

Sharova E., Romanova A. Ascorbate in the apoplast of elongating plant cells // Biological Communications (2018) 63: 77-86. doi: 10.21638/spbu03.2018.109

Возьмите на заметку:

Динамика аскорбата в апопласте отражает аксиальный градиент скорости роста мезокотиля кукурузы и его ростовые реакции на свет и фитогормоны.



Роль РНК-интерференции в формировании защитных систем растения пшеницы (*Triticum*)

Шеин М.Ю., Бурханова Г.Ф., Максимов И.В.

ИБГ УФИЦ РАН, Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-478
E-mail: mikeshenoda@yandex.ru

Феномен РНК-интерференции – это эволюционно сформированный процесс управления активностью собственных генов или генов партнера (вируса, патогена, вредителя, симбиотрофа) в системе межорганизменного взаимодействия посредством коротких двухцепочечных РНК и белковых комплексов, приводящий к деградации целевых мРНК или ингибированию трансляции мРНК. Особый интерес для нас представляет роль РНК-интерференции в симбиотических и/или патогенных взаимоотношениях «вредных» организмов с высшими формами живых существ, в том числе патогенов с растениями-хозяевами. Например, имеются данные о том, что экспрессия белка DCL1 у пшеницы, вызывает структурные дефекты у патогенов. РНК-интерференции вовлечена в устойчивость растений к вирусам. Нами проведен биоинформационный анализ генов DCL и AGO, ответственных за формирование процессов РНК–интерференции в геноме пшеницы и картофеля. Полученные данные свидетельствуют об их относительной консервативности. Проводится оценка их экспрессионной активности в норме и при инфицировании пшеницы и картофеля, соответственно, грибом *Stagonospora nodorum* Berk и вирусной инфекции. Работа выполнена в рамках грантов РНФ 19-46-02004 и РФФИ-офи_м № 17-29-08014.

Энергетически малоэффективный альтернативный путь дыхания у хлоро-и цианолишайников в норме и при воздействии УФ-радиации

Шелякин М.А., Захожий И.Г., Головко Т.К.

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-479
E-mail: shelyakin@ib.komisc.ru

Лишайники – устойчивая ассоциация микобионта и фотобионта (зеленая водоросль и/или цианобактерии). Способность лишайников выживать в неблагоприятных условиях и быстро восстанавливать метаболическую активность привлекает большой интерес исследователей, но механизмы их толерантности до конца не исследованы. Особенно это касается вовлечения энергодиссипирующего альтернативного пути дыхания (АП), важного компонента митохондриального дыхания мико- и фотобионта. Полярографически с применением специфических ингибиторов исследовали дыхание и вовлечение АП у представителей хлоро- и цианолишайков. Хотя хлоролишайники дышали в 2 раза слабее цианолишайников, соотношение дыхательных путей у них было одинаковым. Вклад в общее дыхание основного цитохромного пути составлял 60%, а альтернативного – около 30%. Воздействие на талломы УФ-В радиацией повышало альтернативное дыхание талломов в 1.5-2 раза, приводило к накоплению ТБК-реагирующих продуктов в них и синтезу вторичных метаболитов микобионтом. Клетки фотобионта сохраняли фотосинтетическую активность. Роль АП в поддержании редокс-баланса и биосинтезе защитных веществ обсуждается.

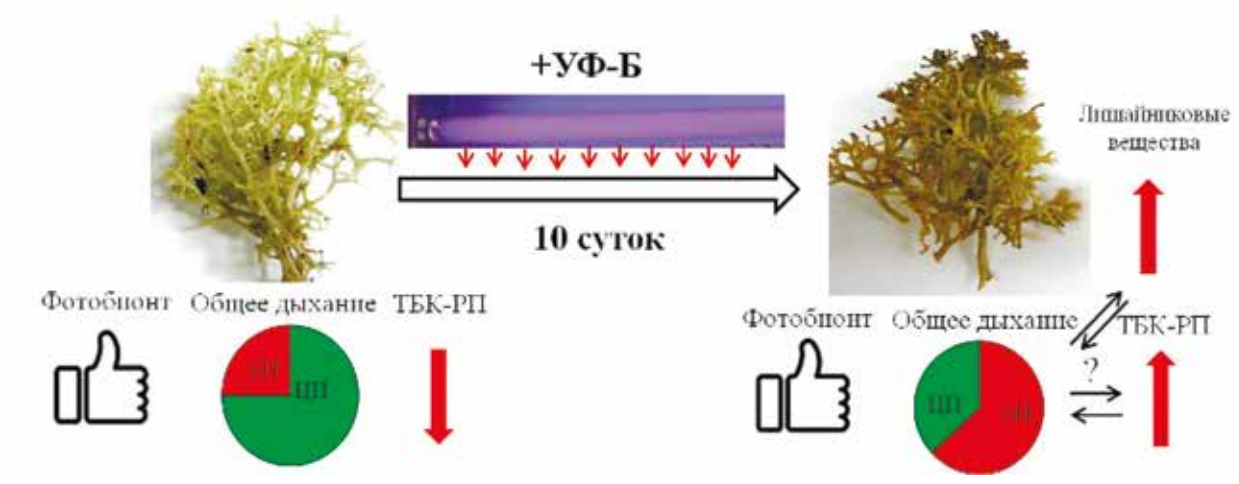
Работа поддержана РФФИ (проект № 18-34-00346 мол_а).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Шелякин М.А. и др. Изменение дыхания и соотношения дыхательных путей при адаптации лишайников к действию Уф-В радиации // Известия Уфимского научного центра РАН (2018) 3(5):100-104. doi: 10.31040/2222-8349-2018-5-3-100-104

Возьмите на заметку:

УФ-Б радиация не оказывает влияние на фотосинтетический аппарат хлоро- и цианолишайников, но вызывает накопление ТБК-РП, вторичных метаболитов и изменения в соотношении дыхательных путей, активируя альтернативный путь дыхания в их талломах.



Особенности реакция растений на кратковременные ежесуточные понижения температуры

Шибаева Т.Г., Икконен Е.Н., Шерудило Е.Г., Титов А.Ф.

Институт биологии - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра "Карельский научный центр Российской академии наук", Петрозаводск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-480

E-mail: shibaeva@krc.karelia.ru

Реакция растений на действие одних и тех же низких положительных температур существенно различается в зависимости от типа низкотемпературного воздействия – длительное продолжительное или кратковременные ежесуточно повторяющиеся (ДРОП-воздействия), причем эти различия не определяются обычной зависимостью "доза-эффект", а в первую очередь зависят от характера низкотемпературного воздействия (непродолжительное или длительное, однократное или повторяющееся). Реакция растений на ДРОП-воздействия зависит от их параметров (интенсивности, продолжительности, времени в суточном цикле) и может быть модифицирована световым фактором (световыми условиями выращивания, наличием/отсутствием света во время ДРОП-воздействий, продолжительностью фотопериода) и водообеспеченностью растений. Специфика ДРОП-воздействий обусловлена тем, что непродолжительные периоды, когда охлаждение запускает в растениях программу адаптационных изменений (сопряженную с торможением роста и развития), чередуются в суточном цикле с более продолжительными периодами действия оптимальной температуры, при которой возобновляются рост и развитие, ликвидируются появившиеся нарушения, пополняются запасы фотоассимилятов и энергии.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Shibaeva T.G. et al. Responses of young cucumber plants to a diurnal temperature drop at different times of day and night // Acta agriculturae Slovenica (2018) 111: 567-573.

Шибаева Т.Г. и др. Влияние водного фактора на реакцию растений Cucumis sativus L. на кратковременное ежесуточное понижение температуры // Физиол. раст. (2019) 66:230-240.

Шибаева Т.Г. и др. Влияние ежесуточных кратковременных понижений температуры на теплолюбивые и холодостойкие растения // Физиол. раст. (2019) 66(4).

Возьмите на заметку:

ДРОП-воздействия, в отличие от постоянного действия низкой температуры, повышают компактность растений без снижения накопления биомассы. Применение ДРОП-воздействий для управления ростом растений может служить альтернативой использованию ретардантов.

Растения *Cucumis sativus* L., подвергавшиеся действию температуры 9°C в течение 6 сут постоянно (слева) или ежесуточно в течение 2 ч в конце ночи (справа).

Окислительные повреждения липидов и белков растений под действием естественного и искусственного окислительного стресса

Шиков А.Е., Ласточкин В.В., Чиркова Т.В., Емельянов В.В.

СПбГУ, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-481
E-mail: shik-999@inbox.ru

Окислительный стресс, часто приводящий к гибели растений посредством деструктивных модификаций молекул, сопровождает реаэрацию – появление в среде кислорода после аноксии. Вследствие прикладной и академической значимости изучение постаноксии является очень актуальным.

В работе было проведено сравнение последействия аноксии с влиянием окислителей (H_2O_2, метилвиологен, менадион, •OH-продуцирующая смесь) на повреждения липидов и белков пшеницы и риса. Оценку повреждений проводили спектрофотометрически. Постаноксия провоцировала более резкое накопление продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) по сравнению с окислителями, что особенно было заметно в побегах пшеницы. В проростках риса при длительной реаэрации уровень ПОЛ возвращался к контролю. Окислительный стресс при постаноксии и действии окислителей приводил к усилению карбонилирования белков растений, причем сила эффекта была сходной. Степень карбонилирования была выше в корнях. Как и в случае с повреждениями липидов после 24 ч реаэрации только в проростках риса наблюдали возврат к контрольным значениям, то есть рис более успешно справлялся с окислительным стрессом.

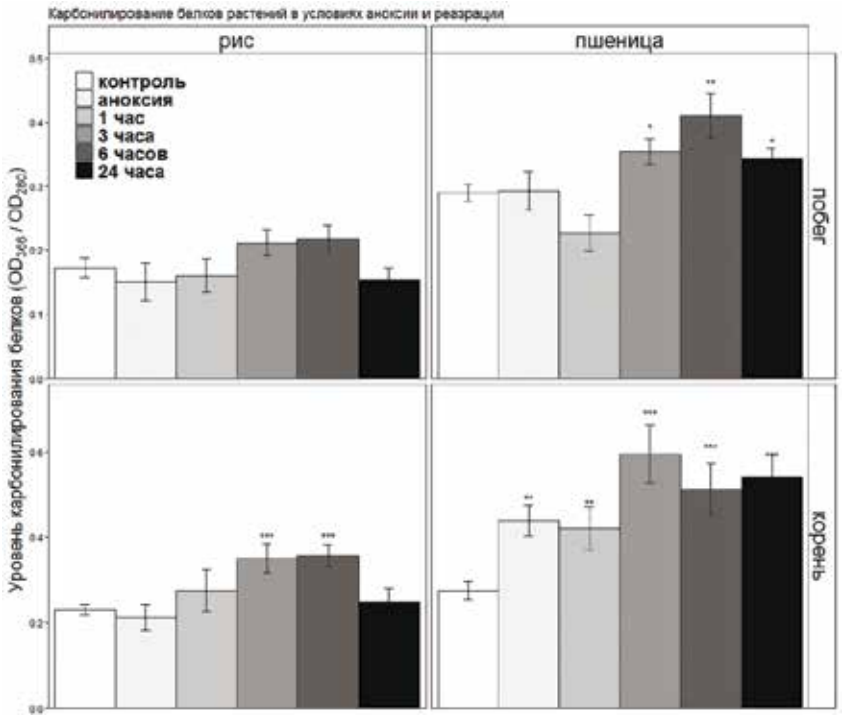
Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 18-04-00157.

Возьмите на заметку:

Окислительный стресс, вызванный постаноксией, вызывает более серьезные повреждения, чем воздействие окислителей.

Корни и побеги растений по-разному реагируют на окислительный стресс.

Рис более устойчив к окислительному стрессу, чем пшеница.



Длительное техногенное воздействие вызывает компенсаторные изменения структурно-функциональных характеристик *Typha latifolia* L.

Ширяев Г.И., Малева М.Г., Борисова Г.Г., Синенко О.С., Лукина П.Ю.

ФГАОУ ВПО "Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н.Ельцина", Екатеринбург, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-482

E-mail: schiriaev.grisha@yandex.ru

Изучены структурно-функциональные параметры *Typha latifolia* L. в зоне деятельности АО «Карабашмедь» (г. Карабаш, Челябинская область). Техногенное загрязнение привело к значительному снижению pH воды (до 3.5) в окрестностях комбината. Индекс токсической нагрузки в импактных участках достигал 1077 и 18 отн. ед. для воды и седиментов, соответственно. Содержание металлов в *T. latifolia* коррелировало с их концентрацией в воде и седиментах. Наибольшее количество металлов аккумулировали корни. Длительное техногенное воздействие приводило к развитию хронического окислительного стресса, что проявлялось в усилении пероксидации липидов и вызывало активизацию синтеза низкомолекулярных антиоксидантов (пролина, фенольных соединений и тиолов). Снижение скорости ассимиляции CO_2 коррелировало с уменьшением содержания фотосинтетических пигментов. При этом толщина листа увеличивалась (за счет эпидермиса и аэренхимы), а количество клеток мезофилла уменьшалось, что сопровождалось увеличением их объема. Сделан вывод о высокой устойчивости *T. latifolia* за счет компенсаторных структурных перестроек и активизации антиоксидантной системы. Работа поддержана Программой 211 Правительства РФ (02.A03.21.0006).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

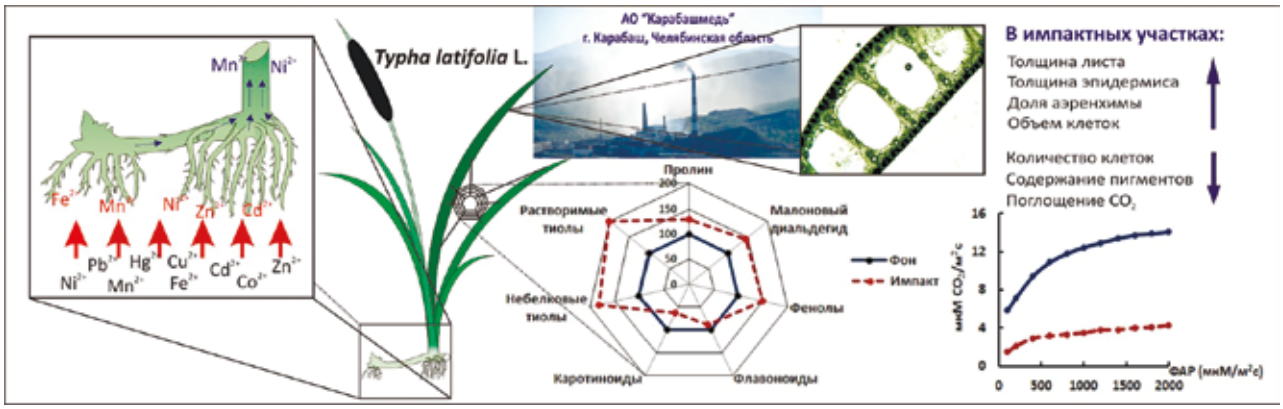
Maleva M.G. et al. Adaptive potential of Typha latifolia L. under extreme technogenic pollution // AIP Conference Proceedings (2019) 2063: 030013. doi: 10.1063/1.5087321

Малева М.Г. и др. Структурно-функциональные изменения фотосинтетического аппарата Typha latifolia L. в условиях техногенного загрязнения // Проблемы региональной экологии (2018) 6: 24-26. doi: 10.24411/1728-323X-2019-16024

Возьмите на заметку:

Typha latifolia отличается высоким аккумулятивным потенциалом по отношению к металлам, большая часть которых накапливается в корнях.

Устойчивость гелофита к длительному техногенному воздействию обусловлена структурно-функциональными перестройками.



Влияние ингибиторов карбоангидраз на первоначальные светозависимые этапы переноса электрона в фотосистеме 2

Шитов А.В., Терентьев В.В., Шукшина А.К.

Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН (ИФПБ РАН), Пущино, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-483

E-mail: aleksshitow@rambler.ru

Исследование фотосистемы 2 (ФС-2) как ключевого компонента фотосинтеза, определяющего продуктивность растений, является одной из фундаментальных задач биологии, в том числе и физиологии растений. Ранее было показано, что ионы бикарбоната и скорость преобразования H_2CO_3 ‹–› H^+ + HCO_3^- (карбоангидразная активность) важны для обеспечения максимальной фотосинтетической активности ФС-2. Однако, требуется уточнение участков цепи переноса электрона для которых карбоангидразная активность особенно важна. В условиях, исключающих фотоингибирование образцов, с помощью OJIP-теста (на основе регистрации изменений флуоресценции хлорофилла a), в присутствии разных ингибиторов карбоангидраз, нами было подтверждено, что одной из мишеней ингибиторов является донорная сторона ФС-2 (предположительно водоокисляющий комплекс) и впервые была показана вторая мишень сульфаниламидных ингибиторов - участок цепи переноса электрона между Q_A и Q_B. Эти данные свидетельствуют о важности карбоангидразной активности на указанных участках. Полученные результаты будут использованы в дальнейших исследованиях ФС-2 и при разработке новых гербицидов.

Работа поддержана гос. заданием № АААА-А17-117030110136-8.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

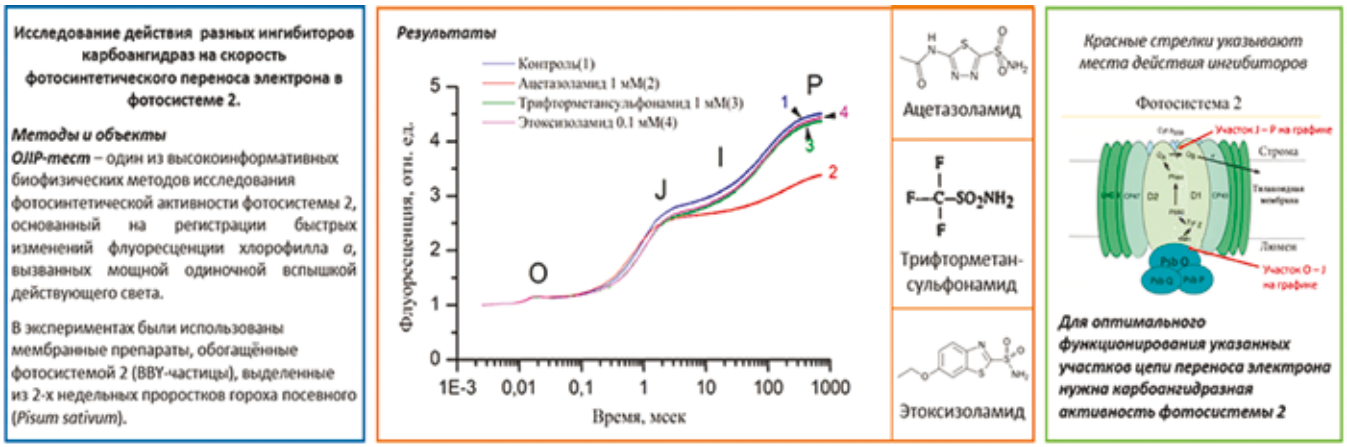
Shitov A.V. et al. Is carbonic anhydrase activity of photosystem II required for its maximum electron transport rate? //BBA – Bioenergetics (2018) 1859: 292–299. DOI: 10.1016/j.bbabio.2018.01.009

Shitov A.V. et al. A carbonic anhydrase inhibitor induces bicarbonate-reversible suppression of electron transfer in pea photosystem 2 membrane fragments. // J Photochem Photobiol B. (2011) 104(1-2): 366-371. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2011.04.001

Возьмите на заметку:

Мишени сульфаниламидных ингибиторов в фотосистеме 2: водоокисляющий комплекс на донорной стороне, перенос электрона между хинонными акцепторами Q_A и Q_B на акцепторной стороне.

Для функционирования этих участков ЭТЦ важна карбоангидразная активность.



Рост растяжением, ауксин и протонная помпа

Шишова М.Ф.

ФГБО ВПО "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-484
E-mail: mshishova@mail.ru

Рост растяжением - основополагающий процесс, свойственный большинству растительных клеток. Его интенсивность зависит от чувствительности к ауксину, однако роль рецептора ауксина TIR1 в этом процессе более, чем дискуссионна. Обсуждается роль ауксин-связывающего белка 1 (АСБ1) в регуляции интенсивности роста. Обобщаются данные, полученные с на клетках суспензионной культуры табака By-2 (*Nicotiana tabacum* L. cv. Bright Yellow) дикого типа, и трансгенной линии NAS1. Рассматриваются механизмы участия АСБ1 в регуляции работы протонных насосов плазмалеммы и тонопласта. Предлагается модель изменения активности H+-АТФаз плазмалеммы и тонопласта, а также вакуолярной H+-пирофосфатазы в процессе роста растяжением.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 19-04-00655.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Shishova M., Lindberg S. A new perspective on auxin perception // Journal of Plant Physiology (2010) 167: 417-422. doi: 10.1016/j.jplph.2009.12.014

Чэнь Т. и др. Молекулярно-филогенетический анализ субъединиц H+-АТФазы тонопласта // Экологическая генетика (2015) 13: 76-90. doi: 10.17816/ecogen13476-90

Kirpichnikova A. et al. Proton pump and plant cell elongation // Biological Communications (2018) 63: 32-42. doi: 10.21638/spbu03.2018.105

Влияние возраста растений и условий минерального питания солероса европейского (*Salicornia europaea* L.) на поглощение NaCl из растворов, приготовленных на основе жидких продуктов минерализации экзометаболитов человека

Шклавцова Е.С., Тихомирова Н.А., Ушакова С.А.

ФГБНУ "Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр обособленное подразделение Институт биофизики Сибирского отделения РАН", Красноярск, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-485

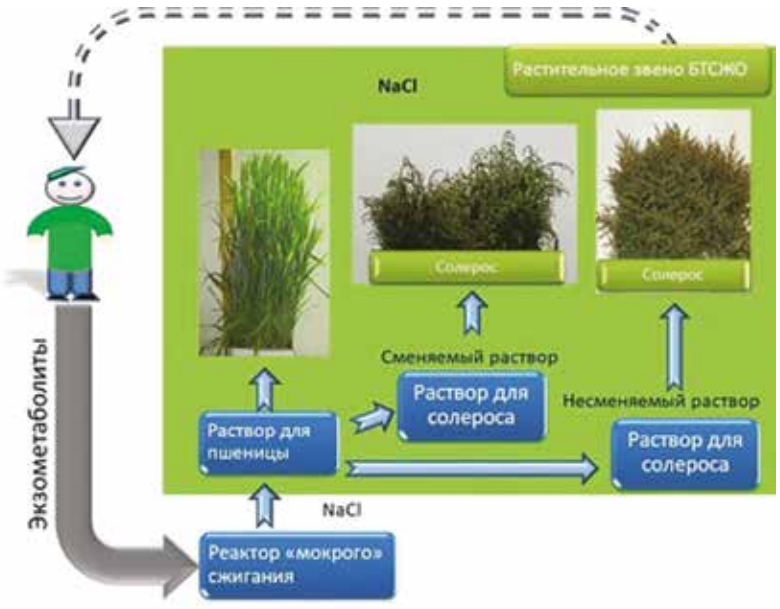
E-mail: ekaterinashklavtsova@yandex.ru

В экспериментах по созданию искусственных экологических систем повышенной степени замкнутости, проводимых в ИБФ СО РАН, была показана возможность использования продуктов минерализации экзометаболитов человека для приготовления питательных растворов при включении в состав растительного звена растений солероса европейского (*Salicornia europaea* L.) для извлечения NaCl из растворов с использованием съедобной биомассы этих растений в пищу. Целью данной работы являлось изучение эффективности поглощения NaCl из растворов, приготовленных на основе жидких продуктов минерализации, растениями *S. europaea* в зависимости от возраста и способа культивирования. Растения выращивали методом водной культуры при круглосуточном освещении и интенсивности ФАР 690 мкмоль*м$^{-2}$*с$^{-1}$. В качестве контроля были взяты растения, выращенные на растворе Кнопа с добавлением NaCl (671 мг/л). Масса растений, выращенных на опытном растворе, не отличалась от контроля. Выращивание растений на несменяемом опытном растворе с коррекцией исходным опытным раствором приводило к некоторому снижению массы. При этом в растительной биомассе накапливалось до 5 г NaCl, что составляло около 70% от содержания NaCl в исходном растворе.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Тихомирова Н. А., Ушакова С. А. и др. Влияние интенсивности ФАР и концентрации NaCl на рост растений солероса европейского применительно к искусственным экологическим системам // Физиология растений, 2016, том 63, № 4, с. 504–513.

Tikhomirova N.A., Ushakova S.A. et al. Potential of salt-accumulating and salt-secreting halophytic plants for recycling sodium chloride in human urine in bioregenerative life support systems // Adv. in Sp. Res. 48 (2011) 378–382.



Влияние УФ-радиации на активность ключевых антиоксидантных ферментов у *A. thaliana* при дефиците фитохромов и криптохрома 1

Шмарев А.Н.

Институт фундаментальных проблем биологии Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН (ИФПБ РАН), Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-486
E-mail: shurik_bx_04@mail.ru

УФ-излучение издавна считается повреждающим фактором роста и развития растений. Развитие адаптивных процессов при действии УФ-радиации на растения во многом находится под контролем системы фитохромов и криптохромов, представляющих собой набор фоторецепторов работающих вместе с сигнальными системами.

Работа проведена на 23-28 дневных растениях *Arabidopsis thaliana* дикого типа (ДТ) и мутантах hy2, hy3, hy4 выращенных на белом (БС), красном (КС) и синем (СС) свету. Растения подвергались УФ-Б облучению и оценивалось активность каталазы, пероксидазы, а так же содержание пула перекиси водорода.

Активность пероксидазы и каталазы у ДТ на СС была значительно выше чем у hy4. У растений ДТ и hy4, выращенных на КС, заметного различия в активности этих ферментов обнаружено не было. Содержание H_2O_2 у СС и КС ДТ было примерно в 2,5 раза выше, чем у hy4. У растений СС, облученных УФ-излучением, содержание H_2O_2 в ДТ уменьшилось на 30%, а у hy4 возрастало на 50%. Аналогичные тенденции наблюдались у мутанта по криптохрому 1 и 2. Активность ферментов у hy3 при активации Фх не изменяется после УФ-радиации, тогда как у hy2 снижалась на 35%.

Работа поддержана грантов РФФИ № 18-34-00613 мол_а.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Kreslavski V.D. et al. Effect of preillumination with red light on photosynthetic parameters and oxidant/antioxidant balance in Arabidopsis thaliana in response to UV-A// Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology. 2013. T. 127. C. 229-236.

Креславский В.Д. и др. Введение гена PhyB арабидопсиса повышает устойчивость фотосинтетического аппарата трансгенных растений Solanum tuberosum к УФ-В облучению// Физиология растений. 2015. Т. 62.№ 2. С. 222.

Защитные функции прогестероновой системы гормональной регуляции у высших растений

Шпаковский Г.В.[1], Бабак О.Г.[2], Спивак С.Г.[2], Баранова Е.Н.[3], Словохотов И.Ю.[1], Клыков В.Н.[1], Шпаковский Д.Г.[1], Халилуев М.Р.[3], Терешонкова Т.А.[4], Кильчевский А.В.[2], Шематорова Е.К.[1]

[1]Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Москва, Россия,
[2]Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь,
[3]ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", Москва, Россия,
[4]ФГБНУ "Федеральный научный центр овощеводства", Московская область, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-487
E-mail: gvs@ibch.ru

Установлено, что одной из важнейших функций сохранившейся в растениях наряду с брассиностероидной более древней прогестероновой системы стероидной гормональной регуляции является защита от биотических и абиотических стрессов. Показано, что экспрессии кДНК *CYP11A1* цитохрома P450scc в трансгенных растениях томата повышает их устойчивость к широкому спектру биотических стрессовых факторов: фитопатогенам *Botrytis cinerea, Alternaria spp., Oidium neolycopersici* и *Cladosporium fulvum*. Растения линии № 7 в поколениях T_1-T_3 практически не проявляли признаков поражения всеми упомянутыми выше патогенами: вегетативные органы растений оставались интенсивно зелеными до конца вегетационного периода, который прекращался лишь с наступлением заморозков. Повышенный синтез эндогенного прогестерона повышает устойчивость растений семейства Solanaceae (томат, табак) и к абиотическим стрессам (засуха, засоление). Обнаружено явление направленной защиты митохондрий клеток мезофила листьев трансгенных растений табака при солевом стрессе (двухнедельная обработка 150 мМ раствором NaCl).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 18-04-01262 и № 18-54-00038).

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Shpakovski G.V. et al. A key enzyme of animal steroidogenesis can function in plants enhancing their immunity and accelerating the processes of growth and development // BMC Plant Biol. (2017) 17 (Suppl. 1): 189. doi: 10.1186/s12870-017-1123-2

Baranova E.N. et al. Targeted protection of mitochondria of mesophyll cells in transgenic CYP11A1 cDNA expressing tobacco plant leaves after NaCl-induced stress damage // Proc. Latv. Acad. Sci. Section B (2018) 72: 334-340. doi: 10.2478/prolas-2018-0048

Возьмите на заметку:

Прогестероновая система гормональной регуляции у высших растений важна для неспецифической защиты от биотических и абиотических стрессов. Митоцитохром CYP11A1 способен обеспечить направленную защиту митохондрий в листьях растений при засолении.

Экспрессия генов анион-транспортирующих белков у галофита *Suaeda altissima* (L.) Pall. в условиях засоления и дефицита нитрата

Шувалов А.В., Неделяева О.И., Юрченко А.А., Мясоедов Н.А., Попова Л.Г., Балнокин Ю.В.

ФГБУН "Институт физиологии растений им К.А. Тимирязева РАН", Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-488
E-mail: olga.nedelyaeva@yandex.ru

С помощью qRT-PCR исследована экспрессия генов нитратных транспортеров *SaNRT2.1, SaNRT2.5, SaNRT3* и анионных каналов *SaSLAH1.1, SaSLAH1.2* у галофита *Suaeda altissima* при разных концентрациях NaCl (0 мМ, 250 мМ и 750 мМ) и нитрата (15 мМ и 0.75 мМ) в среде. Праймеры для qRT-PCR были подобраны к частичным последовательностям кДНК, лежащим внутри кодирующих регионов указанных генов. Амплификация частичных последовательностей была осуществлена по сходству *SaNRT2.1, SaNRT2.5, SaNRT3, SaSLAH1.1* и *SaSLAH1.2* с их гомологами из галофитов *S. fruticosa* и *S. glauca* – близкородственных видов *S. altissima.* Нуклеотидные последовательности гомологов из *S. fruticosa* и *S. glauca* были определены путем i*n silico* анализа собранных *de novo* транскриптов этих галофитов. Массивы коротких прочтений РНК для сборки транскриптомов были взяты из информационной базы SRA (DNA and RNA Sequence Read Archive, NCBI). Экспрессия указанных генов была орган-специфичной и изменялась характерным для каждого гена образом в ответ на изменение концентраций NaCl и нитрата в среде. Обсуждается функциональная роль указанных анион-транспортирующих белков в условиях засоления и низкого снабжения нитратом растений *S. altissima.*

Возьмите на заметку:

Экспрессия генов *SaNRT2.1, SaNRT2.5, SaNRT3* возрастала в корнях в условиях дефицита нитрата в среде. *SaSLAH1.1* экспрессировался преимущественно в листьях, а *SaSLAH1.2* – в корнях. Экспрессия *SaSLAH1.1* увеличивалась при дефиците нитрата в среде

Роль люменальной карбоангидразы CAH3 во влиянии ионов Cl^- на активность фотосистемы 2 *Chlamydomonas reinhardtii*

Шукшина А.К., Терентьев В.В.

Институт фундаментальных проблем биологии ФИЦ ПНЦБИ РАН, Пущино, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-489
E-mail: sshukshinka@gmail.com

В окружении активного центра водоокисляющего комплекса (ВОК) фотосистемы 2 (ФС2) находятся ионы Cl^-, являющиеся участниками протонных каналов, отводящих H+ в люмен. Экстрагирование Cl^- с мест локализации считается одной из причин ингибирования активности ФС2 при повышении pH. Повышение содержания Cl^- в среде препятствует их удалению. Предположено, что карбоангидраза CAH3 участвует в ускорении отвода протонов от ВОК. Поэтому было исследовано влияние CAH3 на O_2-выделяющую активность ФС2 при разных концентрациях Cl^-.

При pH 6,5 в отсутствии Cl^- O_2-выделяющая активность ФС2 как в присутствии (дикий тип, дт), так в отсутствие CAH3 (мутант cia3) была снижена практически наполовину. Насыщение (100%) достигалось при 35 мМ Cl^-. При этом, при Cl^- более 50 мМ ингибирование у cia3 было сильнее, что, вероятно, указывало на более сильную дестабилизацию белков ВОК у cia3 в отсутствии CAH3.

При pH 7,0 в отсутствии Cl^- O_2-выделяюшая активность ФС2 из дт и cia3 была снижена до 10%. У дт насыщение достигалось при 35 мМ Cl^- (~90%), у cia3 – при 5 мМ Cl^- (~60%). Т.е., CAH3, по-видимому затрудняет обмен ионами Cl^- между средой и ВОК, поддерживая функцию ФС2.

Грант РФФИ № 17-04-01011.

Возьмите на заметку:

Ионы Cl^- участвуют в формировании протонных каналов в ВОК; Экстрагирование ионов Cl^- считается основной причиной нгибирования активности ФС2 при повышении pH; CAH3 может затруднять обмен ионами Cl^- между средой и ВОК, поддерживая функционирование ФС2

Влияние светодиодного освещения на морфобиохимические показатели растения *Stevia rebaudiana* Bertoni.

Шульгина А. А., Иваницких А. С., Тараканов И. Г.

Российский Государственный Аграрный Университет - МСХА им. К. А. Тимирязева, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-490
E-mail: alja.shulgina@yandex.ru

Вторичные метаболиты растений являются ценными веществами, а потому, всё больше возрастает интерес к исследованию их метаболизма. Объектом нашего исследования является южнопарагвайское растение *Stevia rebaudiana* Bertoni (*Asteraceae*), содержащее дитерпеновые стевиол-гликозиды. Наиболее ценный из них – стевиозид, слаще сахарозы примерно в 300 раз, при этом не повышает уровень сахара в крови.

В данной работе изучали влияние инновационных облучателей на основе сверхярких светоиспускающих диодов (СД) различных длин волн на морфометрические и биохимические показатели растений стевии. Были собраны уникальные наборы СД четырёх различных вариантов: коротковолновой красный, длинноволновой красный, дальний красный и синий.

Было выявлено, что исключение из спектра освещения коротковолнового красного вызывает уменьшение количества листьев, а исключение длинноволнового красного или синего ещё больше снижает этот параметр.

При анализе стевиозидов в растениях стевии, выращенных в пяти вариантах соотношения синего и разных частей красного спектров, было выявлено, что наибольшее содержание стевиозида в сухих листьях стевии оказалось в варианте, в котором была исключена синяя часть спектра.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Шульгина А.А., Калашникова Е.А. Зависимость морфофизиологических показателей от условий выращивания Stevia rebaudiana Bertoni в условиях in vitro. // Ежемесячный научно-практический журнал. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. (2017) Т. 20, № 6, С. 46-50.

Шульгина А.А., Калашникова Е.А. Зависимость морфогенеза Stevia rebaudiana in vitro от факторов различной природы. // Известия Уфимского Научного Центра РАН. Биология, Биохимия и Генетика. (2018)№ 3(5), С. 105-109.

Возьмите на заметку:

Исследование закономерностей морфогенеза *Stevia rebaudiana* и поиск возможностей увеличения накопления стевиозида, являются практически значимыми для более полного использования потенциала этого растения в качестве безвредного подсластителя.

Влияние экзогенных конечных продуктов глубокого гликирования на изменение протеома *Rhizobium leguminosarum*

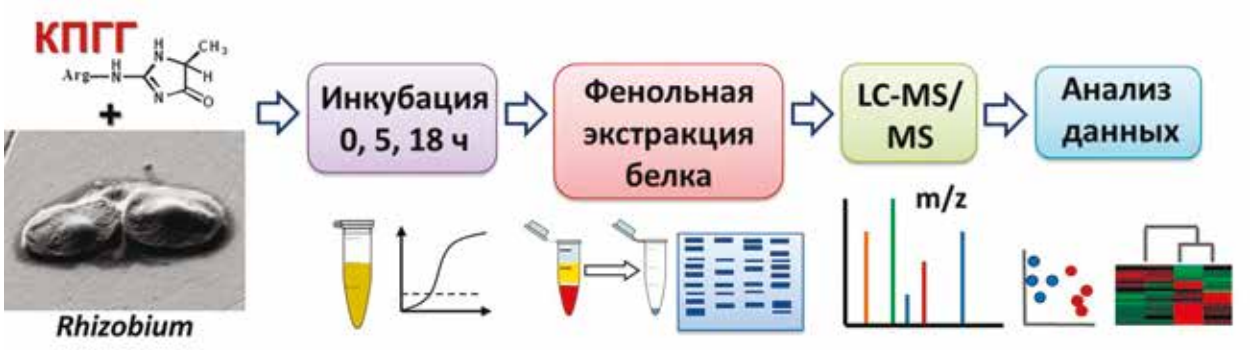
Шумилина Ю.С.[1], Династия Е.М.[1,2,3], Соболева А.В.[1,2], Илинг К.[4], Царев А.А.[1,2], Кузнецова А.В.[1,5], Васко Видал А.[2], Гришина Т.В.[1], Зинц А.[4], Вестерманн Б.[2], Фролов А.А.[1,2]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Биологический факультет, Кафедра Биохимии, Санкт-Петербург, Россия,
[2]Лейбниц Институт Биохимии Растений, Департамент Биоорганической Химии, Галле (Заале), Германия,
[3]Институт органического синтеза им. Постовского Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия,
[4]Мартин-Лютер Универистет Галле-Виттенберг, Институт Фармаци, Галле (Заале), Германия,
[5]Санкт-Петербургская Государственная Химико-Фармацевтическая Академия, Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-491
E-mail: schumilina.u@yandex.ru

Урожайность бобовых растений, одного из главных источников белка в рационе человека, непосредственно зависит от эффективности бобово-ризобиального симбиоза. В частности, полученные нами данные указывают на то, что конечные продукты глубокого гликирования (КПГГ) могут быть вовлечены во внутриклеточные регуляторные механизмы ризобий. Поэтому, с целью их выявления, было изучено влияние синтетических КПГГ (аминокислот и пептидов) на изменение протеома бактерий *Rhizobium leguminosarum.*

На первом этапе были проведены тесты на цитотоксичность КПГГ в концентрациях от 1 до 500 мкмоль/л для ризобий. Однако и аминокислота и пептид оказались не токсичными для ризобиальных бактерий, а добавление 25 мкмоль/л КПГГ способствовало повышению интенсивности роста бактериальной культуры в течение первых 5 часов. Затем при помощи нано-ESI-LIT-Orbitrap-MS (DDA) был проанализирован протеом ризобий, проинкубированных с КПГГ. Полученные результаты были проанализированы при помощи Proteome Discoverer 2.1, Progenesis QI, STRING. Были выявлены различия в уровне экспрессии белков, участвующих в транскрипции, трансляции и энергетическом метаболизме.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (№18-016-00190).



Оценка углекислотного газообмена ели европейской в южнотаежном ельнике

Юзбеков А.К.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-492
E-mail: uak2003@mail.ru

Исследование углекислотного газообмена древесных пород - эдификаторов лесных сообществ в последние годы привлекает пристальное внимание не только потому, что газообмен – интегральный показатель физиологического состояния дерева, но и благодаря значительной роли лесных экосистем в смягчении изменений климата, обусловленных ростом атмосферных концентраций диоксида углерода (CO_2) и других парниковых газов. Путем анализа динамики углекислотного газообмена хвои ели европейской (*Picea abies* L.) и факторов внешней среды в течение нескольких сезонов установлена прямая линейная зависимость интенсивности фотосинтеза от температуры воздуха и освещенности (коэффициенты корреляции составили 0,860 ($p < 0,001$) и 0,704 ($p < 0,001$), соответственно). Величина нетто-фотосинтеза превышала уровень светового дыхания в три раза, что свидетельствует о положительном углекислотном балансе хвои ели европейской. Положительный углекислотный газообмен хвои ели европейской (*Picea abies* L.) нижней части полога старовозрастного древостоя свидетельствуют о существенном вкладе фотосинтетического аппарата в углеродный баланс (сток углерода) южнотаежного ельника Европейской части России.

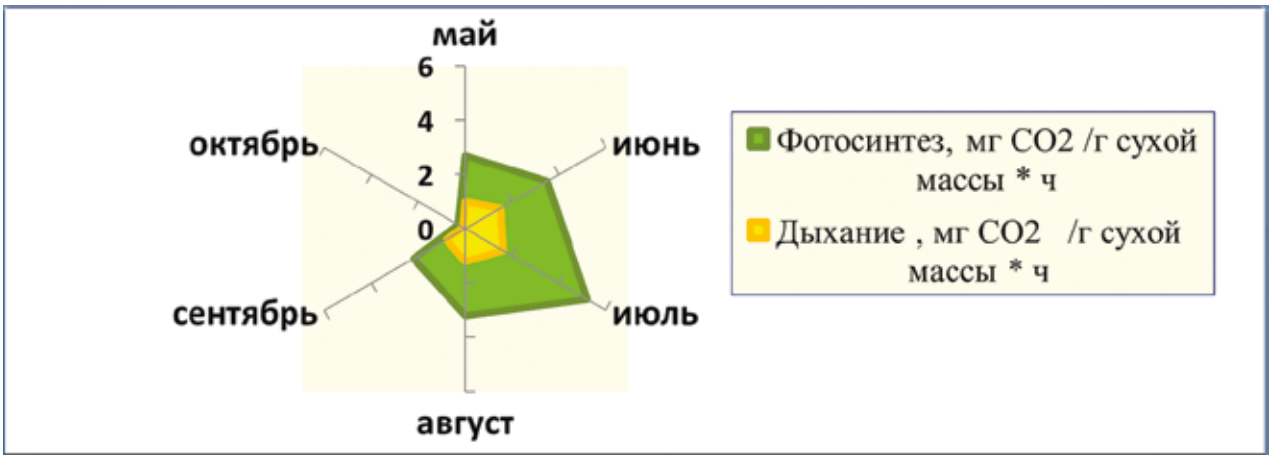
Основные публикации авторов по тематике доклада:

Yuzbekov A.K., Zamolodchikov D.G. Carbon Dioxide Exchange in the Needles of the Common Spruce of Southern Taiga Spruce Forests // Moscow Univ. Biol. Sci. Bull. (2017) 72: 91-96. doi:10.3103/S0096392517020055.

Юзбеков А.К. и др. Оценка углекислотного газообмена ели европейской в лесных сообществах Валдая //Успехи современного естествознания (2017) 6: 118-122.

Возьмите на заметку:

Старовозрастные ельники имеют существенное значение, сохраняющееся с их возрастом, в углеродном балансе таежных лесов.



Влияние биопрепаратов на рост и микоризацию растений

Юсупова Р.А.

СфБашГУ, Стерлитамак, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-493
E-mail: rauschania.yusupowa@yandex.ru

Эндомикоризные ассоциации формируют большинство травянистых растений, относящиеся к разным семействам, и выявляются в разных экосистемах по всему миру. Симбиоз улучшает рост растений, прежде всего, за счет усиления поступления фосфора, а также защищает их от патогенов. Кроме того, симбиоз играет ключевую роль в круговороте питательных веществ в природных экосистемах, в их продуктивности и разнообразии растений. В настоящее время на основе эндомикоризных грибов разработаны биопрепараты, рекомендуемые для улучшения роста и повышения устойчивости растений к стрессам. Проведенные нами исследования показали, что биоперараты на основе микоризных грибов могут, как стимулировать, так и ингибировать рост, растений. Отмечено и изменение в интенсивности микоризации корневой системы растений.

Возьмите на заметку:

Микоризные препараты могут как позитивно влиять на развитие растений, так и ингибировать рост растений.

Биотехнологический потенциал бактерий с высокой степенью ассоциативности к *Oryza sativa*

Якубовская А.И.

ФГБУН "Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма", Симферополь, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-494
E-mail: yakubovskaya_alla@mail.ru

Исследовали биотехнологический потенциал штаммов бактерий, выделенных по принципу ассоциативности к *Oryza sativa* L., *Agrobacterium tumefaciens* 32, *Phyllobacterium ifriqiyense* 6 и F*lavobacterium* sp. 72 – диазотрофы с азотфиксирующей активностью 550, 430 и 518 C_2H_4 нМ/мл/час, соответственно. *P. ifriqiyense* 6 в большей степени продуцировал идолил-3-уксусную кислоту (1164 нг/мл), *A. tumefaciens* 32 – индолил-молочную кислоту (230 нг/мл).

Стимулирующий эффект штаммов, проявлялся в повышении всхожести семян на 15,4%-30,8%, увеличении высоты растений на 35-40% и надземной массы на 62-76% относительно контроля. Инокуляция способствовала увеличению содержания хлорофиллов в растениях риса до 25,7% относительно контроля. Штаммы *A. tumefaciens* 32, *P. ifriqiyense* 6, *Flavobacterium* sp. 72 технологичны и в производственных средах набирают титры 4,3, 14,3 и 18,2 млрд КОЕ в 1 мл, соответственно.

Таким образом, установлено, что исследуемые штаммы азотфиксирующих бактерий продуцируют фитогормоны и способствуют увеличению содержания суммы хлорофиллов в листьях, что составляет основу их функционирования в агроценозе риса.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Влияние ассоциативных с растениями штаммов бактерий на продуктивность риса / А.И. Якубовская, И.А. Каменева, М.В. Гритчин // Почва – зеркало и память ландшафта: Материалы Всероссийской научной конференции (2015) – С. 191-194.

Якубовская А.И. Биологическая активность ризосферы в системе ассоциативные бактерии – Oryza sativa L. / А.И. Якубовская, И.А. Каменева // Научный журнал КубГАУ. 2017. – №3 (66). – С. 257-260.

Биохимические особенности *Brassica oleracea* var. *Sabellica Ocimum basilicum, Petroselinum crispum* при выращивании на различных спектрах света

Якушенкова Т.П.

ИФМиБ КФУ, Казань, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-495
E-mail: tyakushekfu@gmail.com

Выращивание растений в условиях закрытого грунта с использованием различных технологий выращивания, позволило физиологам растений воздействовать на метаболизм растений, регулируя его получать нужные полезные химические вещества в зимний период времени. Наиболее популярной является технология с использованием различных регуляторов роста и удобрений но, пожалуй, самым «экологичным», и не до конца изученным, является регуляция метаболизма растений с помощью различного спектрального состава света. В качестве объектов исследования были выбраны капуста Кале, базилик душистый, петрушка кудрявая. Растения выращивали в камере, разделенной на три светоизолированных блока: 1 – белый свет (источник освещения – люминесцентные лампы ЛДС-40), 2 – синий свет (источник освещения – люминесцентные лампы ЛГ-40, пик пропускания – 420-460 нм) и 3 – красный свет (источник освещения – люминесцентные лампы ЛК-40, пик пропускания – 620-640 нм) при 12-часовом фотопериоде. Определяли содержание кверцитина, каротиноидов, белка, сухого вещества. Установлено, что наибольшее накопление кверцетина, каротиноидов, белка и сухого вещества наблюдается у капусты Кале на синем участке спектра.

Role of H_2O_2 for stress-induced programmed cell death during *Fraxinus mandshurica* somatic embryogenesis

Ян Л.

State Key Laboratory of Forest Genetics and Breeding, School of Forestry, Northeast Forestry University, Харбин, КНР

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-496

E-mail: yangling082477@yahoo.com

We examined how reactive oxygen species, in the form of hydrogen peroxide (H_2O_2), affect osmotic stress–induced programmed cell death during somatic embryogenesis of Manchurian ash (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) cotyledon explants. We found that substantial osmotic stress is essential for Manchurian ash somatic cells to obtain embryogenic competence. The some explant cells displayed hallmarks of programmed cell death, chromatin condensation, and DNA fragmentation to oligonucleotides during somatic embryogenesis. Increasing concentrations of plant growth regulators and sucrose in the medium increased osmotic stress thereby inducing H_2O_2 accumulation in the explant cells. We found that H_2O_2 concentration was significantly decreased in explant cells when the induction medium was modified, i.e., when reducing the concentration of sucrose, which reduces the osmotic pressure of the medium, or by withdrawing plant growth regulators mid-culture. These treatments also decreased the fraction of explant cells undergoing programmed cell death. Accordingly, a decreased rate of somatic embryo induction was observed.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

LING YANG, Cheng Wei, CHAO HUANG, HONGNAN LIU, HAI-LONG SHEN, YU-HUA LI. Role of H_2O_2 for stress induced programmed cell death during Fraxinus mandshurica somatic embryogenesis. J. For. Res. 2018 г, accepted

Возьмите на заметку:

The some explant cells displayed hallmarks of programmed cell death, chromatin condensation, and DNA fragmentation to oligonucleotides during *Fraxinus mandshurica* somatic embryogenesis.

Особенности фитохромной и криптохромной регуляции у мутантов *Arabidopsis thaliana* без хлорофилла b

Янчик Д. А., Дмитриева В. А., Добрякова К. С., Тютерева Е. В., Войцеховская О. В.

ФГБУН "Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН", Санкт-Петербург, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-497
E-mail: daryanchik19@gmail.com

Фоторецепторы, в первую очередь криптохромы и фитохромы, играют важнейшую роль в фотопериодической регуляции цветения. У мутантов *Arabidopsis thaliana ch1-3* без хлорофилла *b* (*chlorina*) наблюдается задержка перехода к цветению, но ее механизм не изучен. Мы предположили, что у мутантов ch1-3 отсутствие хлорофилла *b* может изменять характер сигналов, поступающих из хлоропластов к ядерным генам, что, в свою очередь, может приводить к нарушению экспрессии генов фоторецепторов, участвующих в переходе к цветению у *A. thaliana*: Cry2 и PhyB.

С помощью метода РВ-ПЦР мы сравнили экспрессию генов, кодирующих криптохромы и фитохромы, у *A. thaliana* (*ch1-3* и *Col-0*). Кроме того, уровни экспрессии фитохромных генов оценивали при воздействии на растения норфлуразоном и линкомицином, поскольку эти ингибиторы модифицируют ретроградный и пластидный сигналинг. Другим подходом к изучению данного вопроса стали скрещивания мутантов *ch1-3* с мутантами-нокаутами по генам фоторецепторов. В докладе будут обсуждаться результаты исследований, согласно которым у мутантов *chlorina* может наблюдаться нарушение фитохромной и криптохромной регуляции.

Исследование поддержано РФФИ №18-34-00821.

Возьмите на заметку:

У мутантов *chlorina Arabidopsis thaliana* изменена экспрессия генов фоторецепторов. Вероятно, причиной этого являются нарушения в пластидном сигналинге вследствие отсутствия хлорофилла *b* .

Пути регуляции хитоолигосахаридами защитного ответа растений на инфицирование патогенами

Яруллина Л.Г., Бурханова Г.Ф., Сорокань А.В., Черепанова Е.А.

ФГБНУ "Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН", Уфа, Россия
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-498
E-mail: yarullina@bk.ru

Эффективными элиситорами защитных реакций в растениях являются низкомолекулярные хитоолигосахариды (ХОС). Предполагается, что иммуностимулирующее действие ХОС зависит от степени их ацетилирования (СА), трофности инфекционного агента и вида поражаемого растения.

Было изучено влияние ХОС с СА 65% и 30%, молекулярной массой 5-7 кД, в концентрации 1×10^{-6} М на формирование защитных реакций в инфицированных *Phytophthora infestans* пробирочных растениях *Solanum tuberosum* и в листьях *Triticum aestivum* при заражении *Septoria nodorum*. Оценивали пораженность листьев патогенами, содержание пероксида водорода и активность патоген-индуцируемых белков в постинфекционный период.

ХОС с СА 65% снижали степень развития *P. infestans* и *S. nodorum* на листьях, стимулируя в них накопление H_2O_2 и транскрипционную активность генов пероксидазы M21334, оксалатоксидазы AJ556991.1, хитиназы U49969.1, ингибиторов амилазы XM006351484 и протеиназы JX683427. ХОС с СА 30% стимулировали активность анионных изопероксидаз с pI ~ 3.5-4.5. Полученные данные свидетельствуют о дифференциальных путях индукции защитного ответа в растениях под воздействием ХОС.

Работа выполнена по Госзаданию № АААА-А16-116020350027-7.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Яруллина Л.Г. и др. Влияние хитоолигосахаридов с различной степенью ацетилирования на содержание H_2O_2 и активность PR - белков в растениях картофеля при инфицировании Phytophthora infestans // Прикл. биох. и микробиол. (2018) 54. №5: 532-539. DOI:10.1134/S0555109918050185

Яруллина Л.Г. и др. Сигнальные молекулы в регуляции защитного ответа растений пшеницы на инфицирование Septoria nodorum // Прикл. биохим. и микробиол. (2016) 52: 531–537. DOI:10.1134/S0003683816050173

Возьмите на заметку:

Повышение степени ацетилирования ХОС способствует усилению сигнального каскада и транскрипционной активности генов патоген-индуцируемых белков, обеспечивая формирование устойчивости растений к возбудителям болезней с различным типом трофности.

Научные основы создания и применения биостимуляторов

Яхин О.И.[1], Лубянов А.А.[2], Яхин И.А.[2], Калимуллина З.Ф.[1], Батраев Р.А.[1], Маркелова Е.М.[1], Нигаматуллина Г.Б.[1], Иштимиров Э.И.[1]

[1]Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия, [2]ООО "Научно-производственное предприятие "Эко Природа", с. Улькунды, Россия

DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-499

E-mail: yakhin@anrb.ru

Применение биостимуляторов существенно уменьшает негативное действие стрессовых факторов, оптимизирует применение удобрений, увеличивает продуктивность растений, улучшает качество урожая. Направление исследований биостимуляторов основывается на концепциях ориентированных фундаментальных исследований, системного подхода, устойчивого сельского хозяйства, экологизации, биоэкономики, использовании возобновляемых природных ресурсов и потенциале биотехнологии. Рассматриваемые подходы включают научное обоснование определения и классификации комплексных/композиционных биостимуляторов, технологической платформы и прототипирования для их разработки, молекулярных механизмов действия и физиологических аспектов влияния на формирование продуктивности растений. Инновационный прорыв в сфере биостимуляторов основан на ряде методологий и концепций: омик-подходы; прайминг, гормезис, аллелопатия, микробиом, супрамолекулярные системы, эмерджентность, нейросетевое моделирование и др. Результаты теоретических и экспериментальных исследований развивают концептуально-методологические основы направления исследований биостимуляторов и обосновывают перспективы получения биостимуляторов нового поколения.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

Yakhin OI, Lubyanov AA, Yakhin IA and Brown PH (2017) Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. Front. Plant Sci. 7:2049. doi: 10.3389/fpls.2016.02049

Возьмите на заметку:

Результаты теоретических и экспериментальных исследований развивают концептуально-методологические основы направления исследований биостимуляторов и обосновывают перспективы получения биостимуляторов нового поколения.

Особенности экспрессии гена ликопин ß-циклазы и накопления ß-каротина в плодах томата в зависимости от сочетания аллелей качества плодов

Яцевич К.К., Некрашевич Н.А., Никитинская Т.В., Бабак О.Г., Кильчевский А.В.

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь
DOI: 10.26907/978-5-00130-204-9-2019-500
E-mail: k.yatsevich@igc.by

Изучение накопления пигментов в плодах томата важно в силу их антиоксидантных свойств. Аллель *Beta (B)* гена хлоропласт-специфической ликопин-β-циклазы томата (*CYC-B*) определяет повышенный синтез и накопление β-каротина. Нами изучены особенности экспрессии гена *CYC-B* методом RealTime-PCR в зависимости от сочетания аллелей качества плодов (*nor, rin, hp2dg*), влияющих на сроки созревания и накопления пигментов: *B* (контроль), *ogc, ogc/rin, ogc/hp2^{dg}, ogc/rin/hp2^{dg}, B/nor, B/hp2^{dg}, B/nor/hp2^{dg}, B/rin, B/hp2^{dg}, B/rin/hp2^{dg}.*

Подтверждена низкая экспрессия гена *CYC-B* у томатов с аллелем *ogc*. Присутствие аллеля *hp2^{dg}* усиливает экспрессию гена *CYC-B*. Отмечено значительное снижение экспрессии аллеля *Beta* у томата в присутствии мутантных транскрипционных факторов *nor* и *rin*, замедляющих созревание плодов. Насыщение генотипа аллелем *hp2^{dg}* уменьшает негативный эффект аллеллей nor и rin на уровень экспрессии гена *CYC-B* и синтез β-каротина в плодах томата. Содержание β-каротина в плодах, определённое методом тонкослойной хроматографии, согласуется с уровнем экспрессии гена *CYC-B* в изученных образцах.

Основные публикации авторов по тематике доклада:

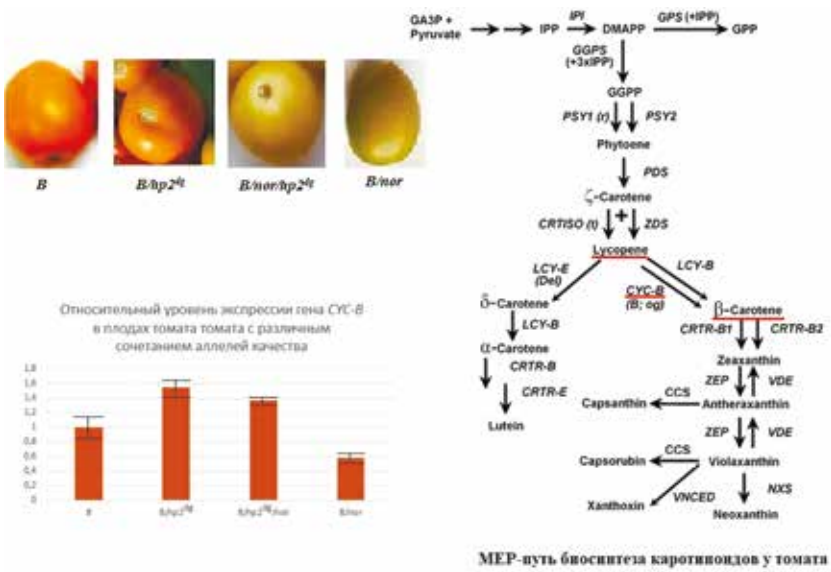
Кильчевский А.В. и др. Молекулярные технологии в селекции томата (Solanum lycopersicum L.) /Генетические основы селекции растений: монография. Т. 4. Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия. Гл.11. Мн.: Белорусская наука. - 2014. - С. 290-344.

Babak O. G et al. Genetic bases of tomato marker-assisted selection in Belarus // Eurobiotech. J. (2018) 2 (2): 128-135. doi:10.2478/ebtj-2018-0017

Возьмите на заметку:

Присутствие аллеля *hp2^{dg}* усиливает экспрессию гена *CYC-B* в плодах томата.

Насыщение генотипа аллелем hp уменьшает негативный эффект аллеллей *nor* и *rin* на уровень экспрессии гена *CYC-B* и синтез β-каротина в плодах томата.



МЕР-путь биосинтеза каротиноидов у томата

Алфавитный указатель

Абугалиева А.И. 283
Абдуллина Р.Х. 31
Абдурашитов С.Ф. 32
Абдурашитова Э.Р 32
Абильфазова Ю.С. 33
Абрамчик Л.М. 196
Авальбаев А.М. 34, 39
Аверчева О.В. 234
Агеева М.В. 183, 218, 471
Агеева М.Н. 35
Азаркович М.И. 36
Азарова Т.С. 63
Акбулякова Г.М. 473
Акулов А.Н. 381
Алейнова О.А. 320, 416
Александрова А.А. 254
Александрова М.Л. 120
Алексеев В.Ю. 37
Алексеева С.И. 38, 329
Алексеева-Попова Н.В. 156
Алиева З.М. 454
Аллагулова Ч.Р. 34, 39
Аллахвердиев С.И. я, 103
Алмуграби Е. 40
Алтаева Н.А. 431
Аметова Э.Д. 240
Ананьев А.А. 320, 416
Ангелис К. 178
Андреев И.М. 433
Андреева А.А. 41
Андреева И.Н. 42
Андронов Е. 62
Андросова В.И. 428
Аникин В.В. 310
Аникина Л.М. 335
Анисимов А.А. 43
Анисимов А.В. 44
Анохина Г.Б. 45
Антал Т.К. 409
Антех Д. Д. 46
Антонова К.А. 262
Аполлонов В.И. 47
Артемьева А.М. 335
Артюхин А.Е. 292
Архипов Д.В. 383
Архипова Т.Н. 48, 432
Аскарова Е.К. 49, 403
Астафурова Т.П. 417
Аттобрах Н. 50

Ахиярова Г.Р. 51,98, 186, 228, 432, 476
Ахметова А.М. 322
Ахтямова Г.А. 52
Ахтямова З.А. 53
Бабак О.Г. 487, 500
Бабаков В.Н. 129, 138, 212
Бабушкина Е.А. 10
Бадалян О.А. 221
Баик А. С. 90
Баймиев Ал.Х. 97
Баймиев Ан.Х. 97
Бакулина А.В. 54, 302
Балашов Н.В. 79
Балке Г.У. 68, 84
Балкин А.С. 122, 225
Балнокин Ю.В. 55, 488
Бальденшпергер Т. 262
Банкин М.П. 56
Банкина Т.А. 335
Баранова Е.Н. 57, 75, 371, 455, 487
Барановский А.В. 231
Баранская М.И. 464
Бассарская Е.М. 234
Баташева С.Н. 58
Батова Ю.В. 201
Батраев Р.А. 499
Батукаев А.А. 59
Батукаев М.С. 59
Башмаков Д.И. 264
Башмакова Е.Б. 60
Баяндина И.И. 158
Безрукова М.В. 61
Бекана М. 453
Белавин П.А. 147
Белимов А.А. 12, 62, 63
Беловежец Л.А. 64, 279
Белоглазова А.А. 222
Белоус О.Г. 65
Белоциценко Е.С. 66
Беляев Д.В. 55, 363
Беляева А.И. 156
Беньковская Г.В. 408
Бердников Р.В. 219
Берестовой М.А. 67
Бидюкова Г.Ф. 224
Билова Т.Е. 20, 56, 68, 84, 212, 261, 262, 265, 328, 405, 453, 465
Бинюков В.И. 116
Биркемайер К. 129, 261, 405
Битаришвили С.В. 69
Битюцкий Н.П. 70
Бобков С.В. 71
Бободжанова Х.И. 72
Бобровникова Л.А. 73

Богданова Е.С. 74, 309, 376
Богоутдинова Л. Р. 75, 371, 455
Бойко Е.В. 76, 124, 354
Болдина О.Н. 169
Болондинский В.Б. 387
Болондинский В.К. 77
Болотник Е.В. 78
Боме Н.А. 229
Бондаренко В.С. 69
Борисова Г.Г. 106, 482
Борисова-Мубаракшина М.М. 79
Боровик О.А. 80, 134
Боровков А.М. 373
Боровский Г.Б. 80, 118
Бородина М.Н. 311
Боталова К.И. 81
Браилко В.А. 82, 135, 291
Брейгина М.А. 83, 356
Брилкина А.А. 35
Бударин А.А. 214
Бурейко К.М. 84
Буренина А.А. 417
Бурундукова О.Л. 85, 88
Бурханова Г.Ф. 86, 99, 275, 380, 408, 469, 478, 498
Бурыгин Г.Л. 13, 87, 161, 193, 232, 236, 437
Буряк В.И. 348
Бутовец Е.С. 88
Бухарина И.Л. 89, 247
Буцанец П. А. 90
Быбин В.А. 279
Быковская И.А. 327
Быстрова Е.И. 173, 185
Бычков И.А. 91
Ваганов Е.А. 10
Валеева Л.Р. 92
Валентович Л.Н. 467
Валиева А.И. 381
Валитова Ю.Н. 93
Ван Дер Стратен Д. 418
Ванденбуше Ф. 418
Васильева И.В. 94, 426
Васильченко Е.Н. 180
Васинская А.Н. 53
Васко Видал А. 245, 491
Вацерионова Е.О. 95
Вебер Е.И. 220
Велегжанинов И.О. 166
Великсар С.Г. 96
Величко В.В. 434
Вепринцев В.Н. 180
Верниченко И.В. 327
Вертебный В.Е. 335, 350
Верховод М.К. 289

Вершинина З.Р. 97
Веселов А.П. 35, 203, 425
Веселов Д.С. 51, 98, 186, 476
Веселов С.Ю. 51, 186, 228, 432
Веселова С.В. 99, 380
Вессйоханн Л. 138, 212, 262, 453
Вестерманн Б. 245, 491
Ветошкина Д.В. 79
Ветчинникова Л.В. 94
Викторова Л.В. 466
Виноградова Г.Ю. 404
Виноградская М.А. 233, 386
Вихнина М.В. 56
Вишнякова М.А. 63
Власов Д.Ю. 393
Власова И.И. 95, 100, 226, 423
Власова Н.С. 367
Воденеев В.А. 11, 296
Войников В.К. 134
Войтехович М.А. 101, 137
Войцеховская О.В. 102, 152, 154, 160, 169, 299, 370, 378, 444, 497
Волкова П.Ю. 69, 198, 271
Володькин А.А. 172
Волошин Р.А. 103, 358
Воробьев В.В. 313
Воробьев В.Н. 13, 104, 193
Воробьев Н.И. 369
Воронин П.Ю. 105
Воронков А.С. 133, 249, 358, 401
Воронкова Т.В. 224
Воропаева О.В. 106
Ву В.З. 328
Вычик П.В. 314
Габриелян Д.А. 250
Гаврилов Г.Б. 394
Гаевский Н. А. 107, 331, 360, 414
Газизова Н.И. 108
Гайнуллина К.П. 174
Гайсин И.А. 341
Гайфуллина И.З. 109
Галдина Т.Е. 110
Галибина Н.А. 111, 311, 317
Галицкая А.А. 406
Ганчева М.С. 112, 359, 382
Гарипова М.И. 451
Гарипова С.Р. 113
Гармаш Е.В. 114, 166
Гатауллина М.О. 115
Гельтман Д.В. 386
Генерозова И. П. 90, 116, 117, 172, 306
Герасимов Н.Ю. 117, 172, 306
Гетман И.А. 133, 301, 358, 383
Гетте И.Г. 118

Гильманова Р.И. 34
Гилязова А.Р 247
Глаголева Е.С. 119
Гладей М.А. 96
Гладчук А.С. 120
Глинская Е.В. 121, 159, 310
Гломб М. 262
Гоголев Ю.В. 12, 13, 122, 193, 194, 221, 225, 235, 239, 314, 334, 338, 347, 427, 461
Гоголева Н.Е. 12, 13, 122, 132, 194, 221, 225, 235, 239, 314, 334, 338, 427, 461
Голденкова-Павлова И.В. 67, 123, 195, 330, 385, 443
Головацкая И.Ф. 76, 124, 216, 354
Головина Е.В. 125
Головко Т.К. 126, 399, 479
Голохваст К.С. 256
Голощапов А.Н. 117, 306
Гончарова А.М. 127, 244
Гончарова Э.А. 128
Горбач Д.П. 129, 138, 212
Горбылева Е.Л. 80
Гордеева Е.П. 130
Горелова В.В 240
Горина С.С. 49, 131, 191, 403, 438
Горностай Т.Г. 134
Горсаз А. 218
Горшков В.Ю. 12, 13, 104, 122, 193, 334, 338, 347, 427
Горшков О.В. 21, 132, 183, 218, 258, 303, 346, 448
Горшкова Д.С. 133, 358
Горшкова Т.А. 14, 21, 130, 132, 183, 218, 258, 287, 303, 345, 346, 391, 441, 448, 471
Гра О.А. 195
Грабельных О.И. 80, 134
Граскова И.А. 171
Гребенникова О.А. 135
Гречкин А.Н. 15, 49, 131, 321, 403, 438
Грибанова А.Е. 115
Грибовская И.В. 331
Григорьев Ю.С. 136
Гринько А.Н. 165
Гриусевич П.В. 101, 137
Гришина Т.В. 68, 84, 138, 245, 405, 453, 465, 491
Гродецкая Т.А. 139, 374
Губаев Р.Ф. 13, 461
Губанова Т.Б. 140
Гулевич А.А. 57, 371
Гуляева Е. Н. 141, 280
Гумерова Г.Р. 142
Гумерова Е.А. 381
Гурина В.В. 324
Гурьянов О.П. 270, 372
Гусева Е.Д. 143
Давид Т.В. 96
Далькэ И.В. 144
Даминова А.Г. 13, 191, 347
Даминова А.И. 341

Данилова Е.Д. 145
Данилова М.Н. 146, 155, 284
Дейнеко И.В. 123, 148, 443
Дейнеко Е.В. 147, 342, 398
Демидчик В.В. 101, 137, 149, 178, 389, 472
Демченко К.Н. 16, 143, 209, 453,
Денисова А.Ю. 161
Деревщюков С.Н. 150
Дерябин А.Н. 150
Дидио А.В. 465
Дидович С.В. 151
Династия Е.М. 245, 262, 491
Дмитриева В.А. 152, 154, 497
Дмитриева С.А. 93, 194, 225, 270, 361, 427
Добрякова К.С. 160, 299, 370, 378, 444, 497
Додуева И.Е. 112, 359, 382
Долгих А.В. 153
Долгих Е.А. 153, 404
Долгов С.В. 384
Домашкина В.В. 154
Доменикан А.В 239
Дорн М. 68, 84, 262
Дорофеев Д.А. 150
Дорофеев Н.В. 80, 257
Дорошенко А.С. 155
Дорощук О.В. 202
Дреер И. 389
Дроздова И.В. 156
Дубакова П.С. 120
Дубовицкая В.И. 350
Дубровина А.С. 320, 416
Дударева Л.В. 318, 343
Дыкман Л.А. 157, 406
Дымина Е.В. 158
Дымнич А.С. 121, 159
Дымова О.В. 126, 282, 379, 468
Дюбо Ю.В. 235, 314
Евдокимов Д.А. 330
Евкайкина А.И. 154, 160, 169, 378
Евсеева Н.В. 161, 236, 437
Егорова А.В. 470
Егорова А.М. 162
Емельянов В.В. 163, 208, 475, 481
Енина О.Л. 224
Епринцев А.Т. 45, 115, 222
Еремин Д.И. 164, 268
Ермеккалиев Т.С. 194, 225
Ермилова Е.В. 165
Ермолина К.В. 166, 399
Ермошин А.А. 248, 442
Ершов В.В. 226
Ершова А.Н. 167
Есенбаева Г.Л. 207

Ефимова М.В. 145, 168, 215, 216, 220, 300
Ефремова Л.Н. 223
Жабинский В.Н. 472
Жарикова С.А. 150
Жармухамедов С.К. 103
Жарова Д.А. 169
Железнова О.С. 170
Живетьев М.А. 171
Жигалова Т.В. 234
Жигачева И.В. 116, 117, 172, 306
Жужжалова Т.П. 180
Жуков В.А. 68, 453
Жуковская Н.В. 173, 185
Журавлева А.С. 335
Журикова Е.М. 79, 190
Забанова Н.С. 134
Загорская А.А. 147
Заикина Е.А. 174
Зайцева М.И. 470
Зайцева Ю.В. 175
Залуцкая Ж.М. 165
Запорожец Н.Л. 297
Запрудская Е.В. 176, 242
Захарова Е.В. 177, 433
Захожий И.Г. 126, 144, 479
Звонарёв С.Н. 178
Зеленков В.Н. 179
Землянухина О.А. 180
Зинц А. 245, 261, 453, 460, 465, 491
Злобин И.Е. 181
Зобова Н.В. 414
Зорбекова А.Н. 431
Зорина А.А. 182, 316
Зубей Е.С. 293
Зулькарнаева Е.Ш. 292
Зыкин П.А. 233
Ибрагимова Н.Н. 183
Иваков А. 418
Иваницких А. С. 490
Иванов А.А. 184
Иванов Б.Н. 79, 190, 379
Иванов В.Б. 173, 185, 446
Иванов И.И. 53, 432
Иванов Л.А. 85
Иванов Р.С. 51, 98, 186, 476
Иванов Ю.В. 181
Иванова А.Н. 154, 160
Иванова И.Д. 289
Иванова Л.А. 85
Иванова М.В. 187
Иванова М.О. 401
Иванова Н.Н. 291
Иванова С.С. 329

Иванчина Н.В. 113
Иваченко Л.Е. 188
Игнатенко А.А. 189, 457
Игнатова Л.К. 79, 190, 379
Игнатьев Ю.В. 191
Идрисова М.Ш. 59
Измайлов С.Ф. 312
Икконен Е.Н. 192, 278, 480
Илинг К. 20, 245, 261, 453, 465, 491
Ильина Е.Л. 16, 143, 209
Ильина И.А. 308
Ильина Т.М. 321, 438
Искандиров П.Ю. 436
Исламов Б.Р. 13, 193
Исламова Н.А. 89
Исмаилов Т.Т. 12, 194, 225
Иштимиров Э.И. 499
Кабардаева К.В. 148, 195, 443
Кабашникова Л.Ф. 196
Кагина Н.А. 458
Кадырбаев М.К. 216
Казакова А.С. 197
Казакова Е.А. 198
Казахмедов Р.Э. 199, 200
Казнина Н.М. 201
Калаев В.Н. 180
Калацкая Ж.Н. 202
Калембет И.Н. 224
Калимова И.Б. 156
Калимуллин М.И. 40
Калимуллина З.Ф. 499
Калинчева А.Н. 76
Кальясова Е.А. 203
Каменева И.А. 204
Канаш Е.В. 335
Караваева А.В. 210
Каргаполова К.Ю. 232, 437
Каримова Л.Р. 97
Каримова Ф.Г. 34
Карлов Д.С. 383
Карпова Е.А. 205
Карпычев И.В. 55, 363, 371
Карташов А.В. 181, 266
Карташова Е.Р. 205
Касаткин М.Ю. 206, 412
Катышев А.И. 80
Кершанская О.И. 207
Кильчевский А.В. 487, 500
Ким А. 265, 453
Кириченко К.А. 134, 171
Кирпичникова А.А. 208, 475
Кирюшкин А.С. 16, 143, 209
Киселев К. В. 320, 416

Киселева Г.К. 210, 308
Киселева И.С. 88, 211, 400, 442
Кисель Э.В. 138, 212, 405
Китаева А.Б. 62, 252
Клаус А.А. 213, 266
Клемешова К.В. 214
Клименко Е.С. 83, 424
Клименко Н.Н. 464
Клименков И.В. 279
Климова Е.А. 160, 378
Клыков В.Н. 487
Ковалева Л.В. 177, 433
Коваленко Н.П. 259
Ковтун И.С. 215
Ковтунов Е.А. 334
Когай Л.С. 216
Кожахметов К.К. 283
Кожевникова А.Д. 22, 217
Козлова Л.В. 109, 218, 303, 345
Колачевская О.О. 263, 301
Колесникова Е.О. 219
Колкер Т.Л. 393
Коломейчук Л.В. 145, 220, 298
Колубако А.В. 221
Колчанов Н.А. 17
Комарова Н.Р. 222
Комахин Р.А. 223
Кондратьева В.В. 224
Коннова С.А. 397
Коннова Т.А. 12, 194, 225
Кононенко Н.В. 455
Константинов А.В. 340, 439
Константинов Ю.М. 424
Копанина А.В. 95, 100, 226, 423
Коппель Л.А. 227
Корнюхин Д.Л. 335
Коробова А.В. 53, 228, 432
Королев К.П. 229
Коротаева Н.Е. 80, 118
Корсукова А.В. 134
Косарева И.А. 63
Кособрюхов А.А. 184, 230, 280, 281, 407
Косогова Т.М. 231
Костина Е.Е. 232, 437
Костюкова Ю.А. 381
Котлова Е.Р 233, 386, 393
Кочетова Г.В. 234
Кочиева Е.З. 445
Кочкин Д.В. 119
Кравченко У.А. 235, 314
Крамар К.В. 229
Краснов К.А. 120
Краснов Н.В. 120

Красова Ю.В 236
Креславский В.Д. 237, 267, 459
Кривов С.А. 257
Кривова З.В. 401
Кривушина Д.А. 238
Крицкий М.С. 319
Крук А.Н. 235, 239, 314
Крутова Е.К. 425
Крыжко А.В. 240
Крючкова Е.В. 241
Крючкова О.Е. 136
Куделина Т.Н. 176, 242, 293
Кудоярова Г.Р. 51, 53, 186, 228, 243, 432, 476
Кудрякова Н.В. 41, 91, 284
Кузакова О.В. 244
Кузмицкая П.В. 80
Кузнецов В.В. 91, 181, 266, 284, 410
Кузнецов Вл.В. 18
Кузнецова А.В. 245, 491
Кузнецова В.А. 188, 246
Кузнецова И. 62
Кузнецова И.Б. 272
Кузнецова Л.Н. 240
Кузьменок А.Ю. 383
Кузьмин П.А. 247
Кузьмина А.М. 247
Кулагин Д.В. 439
Кулиева В. 353
Кулинченко М.В. 424
Кулуев Б.Р. 142, 228, 248, 292, 456
Кульминская А.А. 303
Кумахова Т.Х. 249, 349
Куприянова Е.В. 250
Курамшина З.М. 251, 253, 390
Куркиев К.У. 454
Курносова Т.Л. 327
Курнушко А.С. 242
Кусакин П.Г. 252
Кусяпкулова Л.Н. 253
Кухаренко Н.Е. 215
Кучаева Л.Н. 328
Кучарова Е.В. 254, 329
Кушнарева А.В. 261
Кушунина М.А. 255, 285
Лавина А.М. 97
Лаврентьева М.А. 104
Лаврентьева С.И. 256
Лаврухин П.В. 197
Лазарева Е. М. 75
Лазукин А.В. 257
Лайков А.В. 381
Ламан Н.А. 202
Лаптев Н.И. 216

Лапшин Н.К. 440
Ларская И.А. 258, 441
Ласточкин В.В. 163, 481
Ласточкина О.В. 113
Латовский Д. 400
Лебедев В.Г. 259
Лебедев В.М. 351
Лебедева М.А. 112
Лексин И.Ю. 260
Леманова Н.Б. 96
Лемешева В.С. 129, 261
Леонова Т.С. 138, 262
Леппянен И.В. 404
Лесникова-Седошенко Н.П. 291
Леусенко А.В. 250
Литвинский В.А. 327
Литягина С.В. 402
Лобачев Ю.В. 236, 437
Ломин С.Н. 263, 301, 383
Ломоватская Л.А. 127, 244
Лоскутов С.И. 369
Лось Д.А. 19, 290, 450
Лубянов А.А. 499
Лубянова А.Р. 61
Лужанин В.Г. 212
Лукаткин А.А. 264
Лукаткин А.С. 264
Лукашева Е.М. 56, 68, 84, 261, 265, 453, 460
Лукина К.А. 70
Лукина П.Ю. 482
Лунькова Н.Ф. 173
Лутова Л.А. 112, 359, 382
Лысенко Е.А. 213, 266
Любимов В.Ю. 267
Любимов В.Ю. 237, 267
Любимова А.В. 268
Лянгузова И.В. 269
Мавропуло-Столяренко Г.Р. 265
Магомедова М.А. 200
Мазина А.Б. 270
Макаренко Е.С. 271
Макаров В.Н. 196
Макаров С.С. 272
Макарова Л.Е. 273
Макарова Н.М. 63
Макеева И.Ю. 367
Максимов А.П. 274
Максимов И.В. 86, 99, 275, 408, 469, 478
Максимов Н.М. 83, 276, 356
Максимов Т.Х. 274, 344
Малева М.Г. 106, 400, 482
Малеева Ю.В. 319
Малофий М.К. 220, 298

Малышев Р.В. 126, 144, 277, 282, 422
Мамаев А.В. 278
Мамонтова Т.В. 265, 453
Мандрик-Литвинкович М.Н. 202
Мандрик К.А. 193
Маракаев О.А. 175, 394
Маренкова Т.В. 147
Маркелова Е.М. 499
Марков М.В. 179
Маркова Ю.А. 64, 279
Марковская Е.Ф. 141, 280, 332, 407. 428
Мартиросян Л.Ю. 281
Мартиросян Ю.Ц. 281
Мартыненко Е.В. 48
Масленникова Д.Р. 34, 39, 61
Маслова С.П. 144, 282
Массимгазиева А.С. 283
Маталин Д.А. 363
Матаморос М.А. 453
Матора Л.Ю. 161
Маханьков В.В. 85
Мацкевич В.С. 178, 389
Мачс Э.М. 156
Машкина О.С 374
Медведев С.С. 20, 56, 262, 265, 357, 404, 465
Медведева Н.А. 386
Медведева А.С. 284
Медведева Ю.В. 300
Мейчик Н.Р. 255, 285
Меллерович Е. 218
Мельничук Т.Н. 32
Меметшаева О.А. 286
Микшина П.В. 109, 130, 193, 287, 391
Миль Е.М. 116
Минибаева Ф.В. 84, 93, 108, 191, 260, 270, 288, 361, 372, 460, 466
Минич А.С. 289
Минич И.Б. 289
Минкина Ю.В. 433
Миронов К.С. 19, 250, 290, 316, 450
Мирошниченко Д.Н. 348, 384
Мирская Г.В. 350
Митрофанова И.В. 291
Митрофанова О.В. 291
Митсуда Н. 21
Михайлов С.Н. 383
Михайлова Е.В. 248, 292
Мишко А.Е. 210, 308
Мокшина Н.Е. 21, 132, 183, 448
Молелеки Л. 347
Молчан О.В. 176, 242, 293
Моргунов А.И. 283
Мориц А.С. 273
Мосина А.А. 297

Мостякова А.А. 31
Мотылева С.М. 294
Мошков И.Е. 295
Мощенская Ю.Л. 111, 311, 317
Мудрилов М.А. 296
Мукиянова Г.С. 207
Муравник Л.Е. 297
Мурадымов М.З. 233
Мурган О.К. 298
Муртузова А.В. 299, 444
Мустафаев О.Н. 123, 195, 330, 385, 443
Мухамадеева Д.И. 411
Мухаматдинова Е.А. 300
Мухитова Ф.К. 93, 321, 438
Мухтарова Л.Ш. 49, 403, 438
Мякишев Г.А. 216
Мякушина Ю.А. 301
Мясоедов Н.А. 55, 488
Назарова Я.И. 54, 302
Назипова А.Р. 130, 218, 303, 346
Найдов И.А. 79, 435
Нарайкина Н.В. 304
Неамах А. А. 159
Неамах А.Н. 121
Неверов К.В. 305, 319
Неврова О.В. 117, 306
Неделяева О.И. 488
Некрасов Э.В. 307
Некрашевич Н.А. 500
Нелидов С.Н. 207
Нелидова Д.С. 207
Ненько Н.И. 210, 308
Нестеркина И.С. 273, 279, 324
Нестеров В.Н. 74, 309, 376
Нечаева М.В. 124
Нигаматуллина Г.Б. 499
Никельшпарг М.И. 310
Никельшпарг Э.И. 310
Никерова К.М. 111, 311, 317
Никитин А.В. 312
Никитина К.А. 289
Никитинская Т.В. 500
Николаева Н.Н. 313, 317
Николаева Ю.И. 255, 285
Николайчик Е.А. 221, 235, 239, 314
Никоноров Ю.М. 247
Нимаева О.Д. 315, 364
Новиков И.Н. 240
Новикова Г.В. 316
Новицкая Л.Л. 111, 311, 317
Новичонок Е.В. 365
Новосельский И.Ю. 101, 137
Носиков В.В. 327

Носов А.В. 147, 316, 452
Нохсоров В.В. 318, 343
Нужная Т.В. 99
Нурминский В.Н. 279
Обручева Н.В. 402
Обухов Ю.Н. 319
Обуховская Л.В. 293
Овсиенко О.Л. 464
Огнева З.В. 320, 416
Огородникова А.В. 321
Огородникова С.Ю. 302
Огороднова У.А. 322, 411
Ожерельева З.Е. 323
Озолина Н.В. 273, 279, 324
Олехнович Л.С. 224
Орехова Т.П. 326
Орлова Ю.В. 55
Орлова А.А. 212
Осипова Е.В. 122, 347
Осипова Л.В. 327
Ословский В.Е. 383
Осмоловская Н.Г. 68, 328
Охлопкова Ж.М. 38, 254, 329
Павленко О.С. 67, 330, 443
Павлова А.М. 331
Павлова М.А. 332
Павлова Н.И. 386
Павловская Н.Е. 333
Падутов В.Е. 439
Пайгачева Н.О. 334
Пак М.Э. 360, 439
Палий А.Е. 140
Палий И.Н. 140
Паниковская К.А. 106
Панова Г.Г. 70, 335
Панфилова О.В. 336
Панфилова О.Ф. 337
Парфирова О.И. 13, 338
Пастухова И.С. 339
Паудель Г. 405
Пахарькова Н.В. 136
Пахолкова М.С. 73, 401
Пахомова А.П. 340
Пахомова В.М. 341
Пашковский П.П. 60, 181
Перк А.А. 94, 343, 426
Пермякова Н.В. 147, 342, 398
Перссон С. 418
Петров В.С. 308
Петров К.А. 318, 343
Петров Р.Е. 344
Петрова А.А. 109, 218, 345
Петрова Н.В. 34, 346

Петрова Н.В. 386
Петрова О.Е. 13, 193, 334, 338, 347
Пиголев А.В. 348, 384
Пикуленко М.М. 349
Пильщикова Н.В. 337
Пиотровский М.С. 358, 440
Пищик В.Н. 350
Платова Н.Г. 351
Платонова Н.Б. 65, 352
Плескановская С.А. 353
Плотников А.А. 61
Плюснин И.Н. 76, 216, 354
Плюснина С.Н. 355
Побежимова Т.П. 134
Повыдыш М.Н. 212
Подольская Е.П. 120
Подолян А.О. 83, 356
Пожванов Г.А. 20, 56, 183, 357
Пожидаева Е.С. 133, 358
Полюшкевич Л.О. 112, 359
Полякова Н.В. 85
Поморцев А.В. 80, 257
Помыткин Н. С. 107, 360
Пономарев А.Г. 94, 426
Пономарев С.Н. 362
Пономарева А.А. 361
Пономарева М.Л. 362
Попова Л.Г. 363, 488
Потапов В.В. 179
Прадедова Е.В. 315, 364
Пржевальская Д.А. 472
Придача В.Б. 365, 387
Пузанский Р.К. 233, 366, 386
Пузина Т.И. 367
Пунгин А.В. 368
Пусенкова Л.И. 113
Пухальский Я.В. 369
Пушин А.С. 384
Пятрикас Д.В. 80
Рабаданова К.К. 299, 370, 444
Ракитин В.Ю. 177
Ралдугина Г.Н. 55, 371
Рассабина А.Е. 372
Рахманкулова З.Ф. 373
Рахматуллина Д.Ф. 108
Ренкова А.Г. 93, 270
Репкина Н.С. 189, 457
Решетняк Н.В. 231
Ржевский С.Г. 374
Ридельсбергер Д. 389
Робонен Е.В. 470
Роговская Н.Ю. 129, 138
Рогожин Е.А. 360, 375

Розенцвет В.А. 376
Розенцвет О.А. 74, 309, 376
Розов С.М. 147
Романенко А.С. 127
Романов Г.А. 257, 263, 301, 377, 383
Романова А.С. 20
Романова М.А. 160, 378
Романовская Е.В. 68, 129, 138, 212, 453
Руденко Н.Н. 79, 190, 379
Румянцев С.Д. 380
Румянцева Н.И. 381
Рутковская Е.А. 112, 382
Савастьянов А.С. 122
Савельева Е.М. 383
Савин Т.В. 283
Савченко Г.Е. 196
Савченко Т.В. 384, 435
Садовская Н.С. 330, 385
Сазанова А. 62
Сазанова К.В. 386
Сазонова Т.А. 365, 387
Саитова З.Р. 447
Саламайкина С.А. 413
Салихова Ф.С. 269
Салмин С.А. 388
Сальников В.В. 345
Саляев Р.К. 315, 364
Самохина В.В. 101, 389
Самсонова Е.А. 397
Сарварова Е.Р. 469
Саттарова Л.Р. 390
Сауткина О.В. 391
Сафронова В. 62, 63
Светашев В.И. 85, 307
СедяеваО.В. 106
Сексте Э.А. 63
Селивёрстова Е.В. 463
Сельдимирова О.А. 392
Семенов К.Н. 70, 335
Семенова Е.В. 63
Семёнова М.В. 224
Семёнова Н.А. 435
Сеник С.В. 233, 393
Серая Л.Г. 224
Сергеева Л.И. 133
Сергиенко О.В. 55
Сердюков Ю.А. 257
Серегин И.В. 22, 217
Сечин Е.Н. 394
Сибгатуллин Т.А. 104, 109, 395
Сивцева С.В. 329, 396
Сигида Е.Н. 236, 397
Сидоров А.В. 175

Сидоров Р.А. 67, 73, 330, 401
Сидорова В.А. 192
Сидорчук Ю.В. 147, 398
Силина Е.В. 399
Симон Е.В. 76
Синеговская В.Т. 430
Синенко О.С. 88, 211, 400, 482
Синетова М.А. 19, 73, 250, 401
Синещёков В.А. 227
Синицына Ю.В. 203
Синькевич И.А. 402
Словохотов И.Ю. 487
Слугина М.А. 445
Смирнова Е.О. 49, 131, 403, 438
Смирнова Е. А. 75
Смоликова Г.Н. 20, 56, 262, 265, 404, 465
Смолич И.И. 137, 389, 472
Смолобочкин А.В. 13, 338
Смолова Т.Н. 435
Соболева А.В. 262, 405, 491
Собралиева Э.А. 59
Соколик А.И. 137, 389
Соколов А.О. 406
Соколов О.И. 406
Соколова М.К. 406
Соловьева А.И. 413
Солохина И.Ю. 333
Сомссих М. 418
Сонина А.В. 407
Сорокань А.В. 275, 408, 498
Сотникова Ю.М. 451
Софронова В.Е. 409, 468
Софронова И.Н. 311
Спасский А.В. 351
Спивак С.Г. 487
Стадничук И.Н. 410
Степанов А.В. 80, 134
Степанов Н.С. 411
Степанов С.А. 206, 412
Степанова А.Ю. 413
Стефенс Дж. 207
Стравинскене Е.С. 136
Страпко А.М. 412
Стрельникова С.Р. 223
Стржалка К. 400
Ступко В.Ю. 414
Субботина Н.М. 259
Субота И.Ю. 424
Суворова Г.Г. 187
Суворова Т.А. 150
Сундырева М.А. 210, 308, 415, 435
Супрун А.Р. 320, 416
Сурнина Е.Н. 417

Суслов Д.В. 132, 418
Суслов М.А. 44, 419
Суханова Е.С. 119
Сухов В.С. 420, 421
Сухова Е.М. 421
Схаляхо Т.В. 308
Сычева С.В. 150
Табаленкова Г.Н. 126, 422
Табацкая Т.М. 374
Таланова В.В. 189, 457
Тальских А.И. 423
Тараканов И.Г. 23, 43, 490
Тарасенко В.И. 424
Тарасенко Т.И. 424
Тарасов С.С. 425
Тарасова Н.Б. 338
Тараховская Е.Р. 129, 261
Тарелкина Т.В. 317
Татаринова Т.Д. 94, 426
Тачмухаммедова А.Х. 353
Темралеева А.Д. 151
Тендюк Н.В. 427
Теребова Е.Н. 332, 428
Терентьев В.В. 379, 429, 483, 489
Терехова О.А. 430
Терешонкова Т.А. 487
Терлецкая Н.В. 431
Тимергалина Л.Н. 432
Тимофеева Г.В. 177, 433
Тимофеева О.А. 31, 40, 46, 322, 411
Титов А.Ф. 201, 480
Титова Г.Е. 404
Титова М.В. 147
Тихова Г.П. 387
Тихомиров А.А. 331, 434
Тихомирова Н.А. 331, 434, 485
Тихонов К.Г. 435
Тихонович И.А. 24, 62
Тишин Д.В. 436
Ткаченко А.А. 132
Ткаченко О.В. 161, 232, 236, 437
Тоболова Г.В. 268
Тобратов С.А. 170
Толкачева Ю.В. 137
Топоркова Я.Ю. 49, 131, 403, 438
Третьякова И.Н. 439
Третьякова М.С. 64, 279
Трифонова Т.В. 466
Трофимова М.С. 440
Трофимова О.И. 258, 441
Труханов К.А. 351
Тугбаева А.С. 442
Туранов С.Б. 417

Турская А.Л. 279
Тюрин А.А. 67, 123, 148, 195, 385, 443
Тютерева Е.В. 152, 154, 160, 169, 299, 370, 378, 444, 497
Тяпкина Д.Ю. 445
Уварова Е.А. 147
Удалова О.Р. 335
Удалова А.А. 271
Ульяновская Е.В. 210
Упадышева Г.Ю. 294
Урбанович О.Ю. 80
Усманов И.Ю. 446
Утеулин К.Р. 207
Ушакова С.А. 331, 434, 485
Уэйли А.К 212
Фадеев В.С. 195
Фалалеева М.И. 222
Фархутдинов Р.Г. 447, 451
Фатыхова В.С. 403
Фахрутдинова А.С. 247
Федина Е.О. 34, 448
Федоненко Ю.П. 397
Федорин Д.Н. 45, 115, 449
Федорова К.А. 34, 39
Федорчук Т.П. 190, 379
Федосеева И.В. 80
Федулова Т.П. 374
Федураев П.В. 368, 450
Федяев В.В. 451
Федяева А.В. 80
Фершалова Т.Д. 205
Филина В.Ю. 165
Филиппова П.С. 350
Фитискина Н.В. 205
Флорес Каро О.Х. 45
Фоменков А.А. 147, 316, 452
Фролов А.А. 20, 56, 68, 84, 120, 129, 138, 212, 245, 261, 262, 265, 328, 405, 453, 460, 465, 491
Фролова Г.М. 233
Функе Н. 418
Хабиева Н.А. 454
Хайруллин Р.М. 113, 251, 253, 275
Хакимова Л.Р. 97
Халилова Л.А. 55
Халилуев М. Р. 75, 455, 487
Хаматдинова Г.И. 451
Хамова Т.В. 335
Ханды М.Т. 452
Хасанова А.А. 456
Хеннинг К. 262
Хёхенвартер В. 265
Хозеева С.А. 342
Холопцева Е.С. 189, 457
Хомяков Ю.В. 335, 350

Хоробрых А.А. 435
Хохенвартер В. 465
Хохлов Н.Ф. 43
Храмов Д.Е. 363
Хрипач В.А. 220, 472
Христин М.С. 435
Хрянин В.Н. 458
Худякова А.Ю. 237, 459
Царев А.А. 56, 245, 261, 453, 460, 491
Церс И.Д. 13, 461
Цыбульская Л.А. 472
Цыганов В.Е. 62, 68, 252, 453, 462, 463
Цыганова А.В. 463
Цыпандина И.П. 396
Чабан И.А. 455
Чадин И.Ф. 144
Чаженгина С. Ю. 192
Чайка К.В. 368
Чайковская Л.А. 464
Чанцева В.В. 20, 68, 212, 245, 262, 465
Чарыков Н.А. 335
Часов А.В. 84, 325, 460, 466
Чеботарёв Л.Ю. 467
Чекина А.А. 68, 453
Чемерис А.В. 142, 248
Чепалов В.А. 468
Черепанова Е.А. 275, 469, 498
Черкасова Н.Н. 180
Чернобровкина Н.П. 470
Чернова Т.Е. 132, 471
Черныш М.А. 472
Четина О.А. 473
Чижикова Н.А. 436
Чиков В.И. 52, 474
Чирак Е. 62
Чиркова Т.В. 163, 481
Чудецкий А.И. 272
Чудинов В.А. 283
Чэнь Т. 208, 475
Шаварда А.Л. 233, 386, 393
Шагимарданова Е.И. 122
Шакирова Ф.М. 34, 39, 61, 113
Шапошников А.И. 63, 369
Шарипова Г.В. 51, 98, 476
Шарипова М.Р. 92
Шаркаева Э.Ш. 264
Шарова Е.И. 20, 357, 477
Шевелева И.С. 340
Шелепова О.В. 224
Шелякин М.А. 126, 282, 479
Шематорова Е.К. 487
Шерудило Е.Г. 278, 480
Шестибратов К.А. 259

Шибаева Т.Г. 192, 278, 480
Шиков А.Е. 163, 481
Шилова О.А. 335
Широглазова О. 262, 404
Широких И.Г. 54, 302
Ширшикова Г.Н. 459
Ширяев Г.И. 482
Шитов А.В. 429, 483
Шихов В.Н. 434
Шихова Н.С. 85
Шишова М.Ф. 208, 366, 475, 484
Шклавцова Е.С. 485
Шмаков В.Н. 424
Шмарёв А.Н. 267, 486
Шпаковский Г.В. 487
Шпаковский Д.Г. 487
Шпанев А.М. 335
Шувалов А.В. 363, 488
Шугаев А. Г. 90
Шуйская Е.В. 373
Шукшина А.К. 429, 483, 489
Шульгина А. А. 490
Шумилина Ю.С. 68, 245, 262, 453, 491
Щеголев С.Ю. 161, 437
Щелокова А.С. 398
Щербаков А.В. 446
Энейская Е.В. 303
Юдина Л.М. 296
Юзбеков А.К. 492
Юлдашев Р.А. 34
Юмагулова Э.Р. 446
Юркевич М.Г. 192
Юрченко А.А. 363, 488
Юсупова Р.А. 493
Якконен К.Л. 70
Яковлева О.В. 404
Якубовская А.И. 494
Якушенкова Т.П. 495
Ян Л. 496
Янчик Д. А. 497
Яныкин Д.В. 435
Яруллина Л.Г. 498
Яхин И.А. 499
Яхин О.И. 499
Яцевич К.К. 500
Beckett R.P 25, 288
Berke L. 160, 378
Bhattacharya R. 297
Bolle C. 227
Brewin N.J. 463
Cosgrove D.J. 26
Dobrev P. 181
Els Prinsen 432

Ghissing U. 297
Hofte M. 27
Kim J.-I. 227
Mitra A. 297
Mohlmann T. 228
Onele A. 325
Pawlowski K. 160, 378
Proux-Wera E. 160, 378
Rydin C. 160, 378
Saha S. 297
Vankova R. 181

НАШИ СПОНСОРЫ

БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Компания «Химмед» поставляет материалы и оборудование любой категории сложности для био технологических, фармацевтических производств, аналитических и научно-технических лабораторий, экспертных отделов и отраслевых лабораторий контроля качества.

Реактивы для биохимических исследований

- Антитела
- Готовые тест-системы ИФА
- Рекомбинантные белки
- Готовые наборы для выделения, очистки ДНК, РНК, белков
- Липиды
- Расходные реагенты для ПЦР
- Рестриктазы (эндонуклеазы рестрикции)
- ДНК-полимеразы
- Оценка результатов ПЦР методом электрофореза
- Маркеры молекулярного веса белков (для электрофореза)
- Маркеры молекулярного веса ДНК (для электрофореза)
- Антибиотики/антимикотики для трансфекции
- Красители
- Материалы для цитогенетики
- Культуральные добавки и факторы роста
- Изотонические растворы
- Наборы для обнаружения микоплазмы
- Питательные среды
- Растворы для разделения клеток
- Реактивы для исследования стволовых клеток
- Сыворотки
- Реактивы для молекулярной биологии
- Детергенты
- Средства деконтаминации от ДНК, РНК и РНКазы
- Мембраны для переноса
- Расходные материалы для микробиологии

Пластиковые расходные материалы и посуда LIFE SCIENCE

- Пластиковая посуда для культур клеток
- Пластиковая посуда для ПЦР
- Пипетки и наконечники
- Центрифужные пробирки
- Фильтрационные системы
- Криопробирки и аксессуары
- Емкости для хранения
- Рентгеновская пленка
- Колонки для обессоливания
- Устройства для диализа

Оборудование для биохимических исследований

- Биомедицинские, поляризационные и стереомикроскопы
- Оборудование для секвенирования ДНК, проточной цитометрии, ПЦР и ПЦР в реальном времени
- Оборудование для электрофореза и блоттинга, системы гель-документирования
- Роботизированные раскапывающие станции, микропланшетные ридеры и промыватели
- Оборудование для биочипов

115230, г. Москва, Каширское шоссе, д. 9, корп. 3. Тел.: +7(495) 728 4192, факс: +7(495) 742 8341.
420081, РТ, г. Казань, ул. Седова, дом 22. Тел./факс: (843) 273-67-61, 272-97-86.
kazan@chimmed.ru www.chimmed.ru

КОМПЛЕКСНОЕ ОСНАЩЕНИЕ ЛАБОРАТОРИЙ

Компания «Химмед» предоставляет полный комплекс услуг по оснащению лабораторий различного профиля. Наши поставщики Н мировые лидеры в области производства тонкой химии и оборудования для лабораторий.

Химические реактивы

- Л Химические реактивы на заказ по каталогам
- Л Стандартные образцы
- Л Индикаторы
- Л Растворители для ВЭЖХ, УФ- и ИК-спектроскопии

Лабораторное оборудование

- Л pH-метры, кондуктометры, иономеры, электроды
- Л Анализаторы влажности
- Л Анализаторы вязкости
- Л Ареометры, бутирометры
- Л Весы
- Л Диспергаторы, гомогенизаторы
- Л Дистилляторы
- Л Дозаторы, диспенсеры
- Л Инкубаторы, CO2-инкубаторы
- Л Мельницы лабораторные, просеивание
- Л Мешалки
- Л Насосы лабораторные
- Л Печи муфельные
- Л Плитки лабораторные
- Л Плотномеры
- Л Посуда лабораторная металлическая, пластиковая, стеклянная, фарфоровая
- Л Рефрактометры
- Л Роторные испарители
- Л Системы очистки воды
- Л Стандартные аппаратурные комплекты
- Л Сушильные шкафы, стерилизаторы
- Л Термоанализ, калориметрия
- Л Термометры, термогигрометры
- Л Термостаты, водяные бани
- Л УЗ-мойки и моечные машины
- Л Фильтрация
- Л Холодильники, морозильники
- Л Центрифуги
- Л Шейкеры
- Л Мебель лабораторная

Аналитические приборы

- Л Газовая хроматография и масс-спектрометрия
- Л Жидкостная хроматография и масс-спектрометрия
- Л Хроматография низкого давления
- Л Тонкослойная хроматография
- Л Капиллярный электрофорез
- Л Спектрофотометры
- Л Элементный анализ
- Л Сорбенты и расходные материалы

115230, г. Москва, Каширское шоссе, д. 9, корп. 3. Тел.: +7(495) 728 4192, факс: +7(495) 742 8341.
420081, РТ, г. Казань, ул. Седова, дом 22. Тел./факс: (843) 273-67-61, 272-97-86.
kazan@chimmed.ru www.chimmed.ru

Ваш ориентир в мире фотоники!

АЗИМУТ ФОТОНИКС
ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Детекторы

- Кремниевые фотоумножители, ФЭУ
- Сцинтилляционные детекторы
- Детекторы рентгеновского излучения
- Детекторы для счета фотонов
- Инфракрасные детекторы
- Фотодиоды и фотодиодные модули
- Измерительная электроника

Лазеры

- DPSS и диодные лазеры
-Терагерцевые лазеры
- Квантовые каскадные лазеры
- Лазеры на Брэгговских решетках
- Перестраиваемые лазеры
- Импульсные Nd YAG лазеры
- Лазерные диоды и модули

Оптика и волоконная оптика

- Дифракционная оптика
- Оптические фильтры, зеркала
- Оптика на Брэгговских решетках
- Пространственные модуляторы света
- Оптические волокна (SM, MM, PM)
- Оптоволоконные жгуты и кабели
- Мультиплексоры, циркуляторы

Камеры

- sC MOS, CCD, EMCCD, ICCD камеры
- Высокоскоростные камеры (до 20 Гб/с)
- Широкоформатные камеры (до 67,1 Мп)
- Миниатюрные камеры (до 15ч15х8,5 мм)
- Компактные гиперспектральные камеры
- Камеры для микроскопии и астрофизики

Официальный дистрибьютор THORLABS

Лабораторное оборудование для фотоники

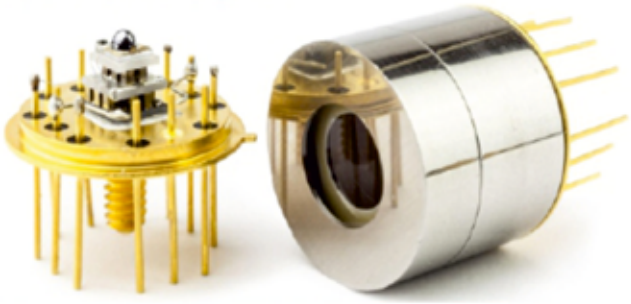
- Системы визуализации
- Оптомеханика
-Анализ излучения
- Оптика
- Волоконная оптика
- Источники излучения
- Системы позиционирования
- Детекторы

www.azimp.ru

Ваш ориентир в мире фотоники!

Лазеры

Детекторы



Камеры

Каталог THORLABS

АЗИМУТ ФОТОНИКС
ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Основным направлением деятельности компании **АЗИМУТ ФОТОНИКС** является поставка оптоэлектронных компонентов ведущих мировых производителей на территории России, разработка новых проектов, а также техническая и информационная поддержка клиентов.

Целью своей работы мы видим содействие развитию и поддержку проектов российских производственных компаний и научно-исследовательских институтов, внедряя современные технологии и инновационные решения в области оптоэлектроники в серийное производство.

Услуги

- Предоставление образцов
- Подбор оптимальных аналогов
- Консультации по применению
- Обеспечение технической документацией
- Согласование параметров изделий с производителем
- Подготовка документации для процедур конкурсных покупок
- Проведение семинаров с участием представителей компании

www.azimp.ru

СПЕЦЛАБПРОЕКТ
лабораторное оборудование

Россия, 119361, г.Москва,
ул.Озёрная, д.42
Тел. +7(931)111-2092
+7(499)213-1428
bio@spezlab.ru
www.spezlab.ru

Компания СПЕЦЛАБПРОЕКТ специализируется на поставках аналитических приборов для изучения растений и окружающей среды для биологии, ботаники, физиологии растений, растениеводства, агрономии, биотехнологий, экологического мониторинга и других областей.

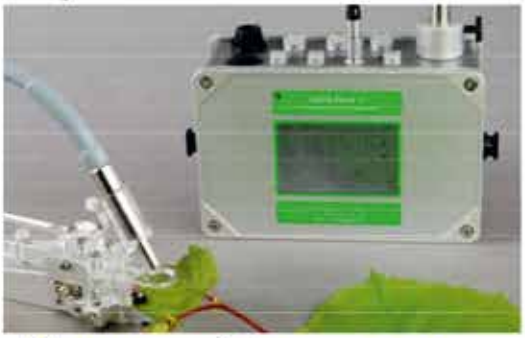
Компания СПЕЦЛАБПРОЕКТ представляет в России и странах СНГ ведущих мировых производителей лабораторного оборудования – это компании **Heinz Walz GmbH** (Германия), **CID Bio-Science** (США), **Felix Instruments** (США), **Force-A** (Франция), **Campbell Scientific** (США).

WALZ

www.walz.com www.heinzwalz.ru

Компания Walz предлагает приборы для изучении фотосинтетической активности растений: импульсные флуориметры для измерения флуоресценции хлорофилла, системы измерения газообмена растений, датчики ФАР и регистраторы к ним и др.

Система измерения газообмена растений GFS-3000FL



Импульсный флуориметр MINI-PAM II

CID Bio-Science
Tools that work where you work.

www.cid-inc.com

Компания CID Bio-Science (США) предлагает портативные аналитические приборы для изучения растений: системы измерения газообмена растений, измерители листового индекса и площади листьев, имаджеры корней, миниспектрометры и др.

Измеритель площади листьев CI-203

Система измерения газообмена растений CI-340

FELIX INSTRUMENTS

www.felixinstruments.com

Компания Felix Instruments (США) предлагает ИК-анализаторы для неразрушающего контроля качества продуктов, а также газоанализаторы для контроля уровня содержания CO_2, O_2 и этилена в продуктах и помещениях и др.

ИК-анализатор качества продуктов
F-750

Газоанализатор CO2, O2 и C2H4
F-940 Store it!

Force-A
SEE TO ACT

www.force-a.com

Компания Force-A (Франция) предлагает портативные анализаторы и флуориметры для измерения содержания хлорофилла, индекса флавонолов, антоцианов, азотного баланса, индекса хлорофилла, хлорозиса, флуоресценция фитоалексина и др.

Анализатор параметров растений
Dualex Scientific +

Анализатор параметров растений
Multiplex Research

СПЕЦЛАБПРОЕКТ
лабораторное оборудование

ООО «СПЕЦЛАБПРОЕКТ»
Россия, 119361, г. Москва, ул. Озёрная, д. 42
Тел. +7(931)111-2092, +7(499)213-1428
bio@spezlab.ru www.spezlab.ru

ЛАБ Инструментс

sa@labinstruments.ru www.labinstruments.ru

Компания ЛабИнструментс занимается поставками аналитических приборов, лабораторного оборудования, расходных материалов и реагентов для биологии, химии, биохимии, биотехнологии, физиологии растений, ботаники и смежных областей.

Компания ЛабИнструментс является официальным представителем в России и странах СНГ ряда ведущих мировых производителей лабораторного оборудования: LI-COR, Photon Systems Instruments, Hansatech Instruments, Regent Instruments, Hukseflux, Gill Instruments, Stevens Water, Eppendorf, Labconco, Wheaton, Sonics & Materials, Fibercell и многих других, а также крупнейшего мирового каталога VWR USA (https://us.vwr.com). Сбалансированный портфель позволяет нам комплектовать лаборатории различного профиля «под ключ».

Компания ЛабИнструментс имеет склад в Москве, где всегда в наличии наиболее ходовое оборудование и расходные материалы.

Компания ЛабИнструментс располагает штатом высококвалифицированных специалистов, которые всегда рады помочь Вам с подбором оборудования, а наши инженеры готовы обеспечить ввод оборудования в эксплуатацию и обучение персонала Заказчика.

Компания ЛабИнструментс стремится предложить Вам, нашему клиенту, широкий ассортимент современной высококачественной продукции и максимально комфортабельный и профессиональный сервис.

Компания ЛабИнструментс среди прочего специализируется на оборудовании для изучения растений, среды их обитания, для выращивания растений, а также для ботаники и физиологии растений, для выращивания растений, теплиц, агротехники, а также для экомониторинга атмосферы, почвы, воды и смежных областей.

Компания ЛабИнструментс

117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.16/10 (в здании ИБХ РАН), офис 32-306

Тел. +7 (903) 762-0296, +7 (499) 72-488-72, +7 (495) 669-2094, +7 (495) 223-4815

sa@labinstruments.ru www.labinstruments.ru

Сегодня Компания ЛабИнструментс рада представить Вам продукцию для изучения растений и среды их обитания от наших партнеров:

www.licor.com

Компания LI-COR (США) предлагает системы для измерения газообмена растений и почв, приборы для измерения площади листьев и листового индекса, датчики уровня освещенности и регистраторы к ним, а также профессиональные газоанализаторы CO2 / H2O / CH4 и комплексные системы экомониторинга атмосферы и почвы.

www.psi.cz

Компания Photon Systems Instruments (Чехия) предлагает импульсные флуориметры для измерения флуоресценции хлорофилла, системы имаджинга, приборы для измерения отражающей способности, содержания азота, индексов PRI 200 и NDVI, а также шейкеры-инкубаторы, фитоскопы, ростовые камеры и станции фенотипирования.

www.hansatech-instruments.com

Компания Hansatech Instruments (Великобритания) предлагает системы для измерения респирации кислорода в жидкой и газовой фазе, флуориметры для измерения флуоресценции хлорофилла, измерители содержания хлорофилла, а также датчики ФАР.

www.regentinstruments.com

Компания Regent Instruments (Канада) предлагает оборудование и ПО для анализа морфологии растений и их элементов: корней, листьев, игл, семян, кроны, колец деревьев, клеток древесины и др., а также системы для анализа корней в почве и подсчета вегетационных индексов.

Компания ЛабИнструментс

117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.16/10 (в здании ИБХ РАН), офис 32-306

Тел. +7 (903) 762-0296, +7 (499) 72-488-72, +7 (495) 669-2094, +7 (495) 223-4815

sa@labinstruments.ru www.labinstruments.ru

Начиная с 2004 года, наша группа компаний зарекомендовала себя в качестве надежного и добросовестного поставщика во всех ведущих научных и учебных учреждениях г. Казани.

У нас вы всегда сможете заказать все, что необходимо для обеспечения нормального функционирования современной научно-исследовательской лаборатории: химические и биохимические реактивы, посуду и расходные материалы, лабораторное оборудование ведущих отечественных и зарубежных производителей, лабораторную мебель.

Мы всегда рады подобрать оптимальный вариант закупки, исходя из Ваших средств, сроков поставки и других факторов. Думается, что немаловажным будет для Вас и тот факт, что большинство продукции поставляется нами по ценам производителей или их официальных российских представителей. Доставка продукции осуществляется нами в пределах Казани бесплатно.

С уважением и надеждой на взаимовыгодное сотрудничество,

Заместитель директора по развитию ГК «ТатХимПродукт»
Ефремов Александр Валериевич
тел./факс +7 (843) 278-31-18, доб. 112; тел. моб. +7 9178773167
www.tatcp.ru alex130768@gmail.com

Электронное научное издание сетевого распространения

IX Съезд общества физиологов растений России
«Физиология растений – основа создания растений будущего»

Казань, 18–24 сентября 2019 г.

Тезисы докладов

Подписано к использованию 18.09.2019
Формат 60x84 1/16.
Гарнитура «Minion Pro» и «Museo Sans Cyrl».
Усл. печ. л. 10,9.
Тираж 50 экз.
Дизайн и верстка ООО «Компания Версаль»
Заказ 139/8

Издательство Казанского университета
420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28