

5. Шаин С.С. Биорегуляция продуктивности растений. М. 2005. 248 с.
6. Schmelz E.A., Grebenok R.J., Ohnmeiss T.E., Browers W.S. Interaction between *Spinacia oleraceae* and *Bradysia impatiens*: a role for phytoecdysteroids // Arch. Insect Biochem. Physiol. 2002. V. 51. P. 204–221.
7. Malausa T., Salles M., Marquet V. et al. Within-species variability of the response to 20-hydroxyecdysone in peach-potato aphid (*Myzus persicae* Sulzer) // J. Insect Physiol. 2006. V. 52. № 5. P. 480–486.
8. Фитоэктистероиды / Под ред. В.В. Володина. СПб.: Наука, 2003. 293 с.
9. Уфимцев К.Г., Ширшова Т.И., Володин В.В. Фитоэктистероиды – детерренты насекомых-фитофагов. Екатеринбург. 2009. 89 с.
10. Уфимцев К.Г., Ширшова Т.И., Володин В.В. Фитоэктистероиды как детерренты насекомых-фитофагов: действие растения серпухи венценосной *Serratula coronata* L. – продуцента эктистероидов – на египетскую хлопковую совку *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae) // Усп. совр. биол. 2009. Т. 129. № 3. С. 1–15.
11. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. М.: Наука, 1976. 646 с.
12. Slama K. Ecdysteroids: insect hormones, plant defensive factors, or human medicine // Phytoparasitica. 1993. V. 21. № 1. P. 3–8.
13. Пестов С.В., Володин В.В. Насекомые консортивного комплекса *Serratula coronata* L. в условиях интродукции (средняя тайга Республики Коми) // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Киров. 2007. Вып V. Ч. 2. С. 261–264.
14. Чадин И.Ф., Колегова Н.А., Володин В.В. Распределение 20-гидроксиэктидизона в генеративных растениях *Serratula coronata* L. // Сиб. экол. журн. 2003. № 1. С. 49.
15. Тарабукин Д.В., Торлопов М.А., Володин В.В., Донцов А.Г. Получение порошковой целлюлозы и глюкозы ферментативным гидролизом целлюлозы в смеси с крахмалом // Биотехнология. 2009. № 4. С. 57–63.

УДК 581.4 + 581.6

## Онтогенез растений *Rhaponticum integrifolium* C. Winkl. в условиях Кашкадаринской области Узбекистана

© 2012. Н. К. Алиева<sup>1</sup>, ст. преподаватель, А. М. Нигматуллаев<sup>2</sup>, к.б.н., зав. лабораторией,  
Н. Ш. Рамазанов<sup>2</sup>, д.х.н., с.н.с., И. Д. Бобаев<sup>2</sup>, к.х.н., с.н.с.,

<sup>1</sup> Кокандский государственный педагогический институт,

<sup>2</sup> Институт химии растительных веществ им. акад. С. Ю. Юнусова

Академии наук Республики Узбекистан,

e-mail: ramazonovn@list.ru

Изучен большой жизненный цикл эктистероидсодержащего растения *Rhaponticum integrifolium* в природных популяциях (Кашкадаринская область Республики Узбекистан). Установлено, что длительность прегенеративного, генеративного и сенильного периодов растений изученного вида составляет 4–5, 20–25 и 4–5 лет соответственно. Начало фенофаз зависит от высоты местности над уровнем моря: поднятие местности от 400 до 1500 м приводит к запаздыванию наступления фенофаз на две-три недели. Выявлены возрастные состояния растений в различных экологических и фитоценотических условиях. Представленные данные свидетельствуют о перспективности выращивания данного вида растений в культуре в качестве сырья для получения эктистероидов.

Whole lifecycle of ecdysteroid containing plant *Rhaponticum integrifolium* in natural populations (Kashkadarinskaya region of Uzbekistan) is studied. It is established that pregenerative period lasts 4–5 years, generative – 20–25 years, senile – 4–5 years. The beginning of the phenophases of *Rhaponticum integrifolium* depends on the above sea level altitude: lifting of the terrain from 400 to 1500 m above sea level leads to a delay of the phenophases for 2–3 weeks. The age state of plants in different ecological and phytocenotic conditions is revealed. Data obtained testify to perspectives of cultivation of this plant species as ecdysteroid containing raw material.

Ключевые слова: *Rhaponticum integrifolium*, онтогенез, эктистероиды

Keywords: *Rhaponticum integrifolium*, ontogeny, ecdysteroids

Фитоэктистероиды, являющиеся структурными аналогами гормонов линьки насекомых, привлекают всё большее внимание для использования в восстановительной медицине, поскольку препараты на их основе способствуют адаптации и повышению работоспособности.

ности здорового человека в условиях лимитирующих факторов, в том числе для преодоления чрезмерных физических и психических нагрузок [1]. Фармакопейным сырьём для получения индивидуального 20-гидроксизидона – субстанции препарата Экдистен – служат подземные органы рапontiкума сафлоровидного (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjin), произрастающего в Горном Алтае. Учитывая ограниченные запасы этого вида растений в природных популяциях, проблемы его выживания в агроценозах при выращивании в культуре и относительно низкое содержание экдистероидов в сырье, актуальной задачей является выявление новых растительных источников фитоэкдистероидов. При исследовании флоры Узбекистана на содержание экдистероидов Ш. Г. Ганиевым был выявлен новый источник этих соединений – *Rhaponticum integrifolium* C. Winkl. (сем. Asteraceae) [2].

Из цветочных корзинок *R. integrifolium*, произрастающего на Ферганском хребте, выделены фитоэкдистероиды: экдистерон, интегристерон А, интегристерон В, 24(28)-дегидромакистерон А и другие, которые обладают выраженной анаболической активностью [2 – 7]. В связи с обнаружением в этом виде растений значительных количеств фитоэкдистероидов встаёт задача создания устойчивой сырьевой базы путём введения *R. integrifolium* в культуру. В этих целях с 2000 г. нами начато изучение биологии этого вида в культуре и природе. В течение трёх лет (2006–2009 гг.) изучен большой жизненный цикл растения и возрастная структура ценопопуляций этого вида в окрестности с. Гилон (Кашкадаринская обл. Узбекистана).

В исследованиях применён метод сравнительного анализа в структуре надземных и подземных органов разновозрастных особей [8]. Этапы жизни растения описаны согласно положениям, разработанным Т. А. Работновым [9].

*Rhaponticum integrifolium* – большоголовник цельнолистный – многолетнее поликарпическое травянистое растение. Стебель 60–150 см высоты, прямостоящий, полосатобороздчатый, прижато-кратко-опушённый, цельнокрайний; прикорневые листья черешковые стеблевые постепенно к верхушке стебля уменьшающиеся, сидячие. Корзинка шаровидная 4,5–6,0 см в диаметре. Венчики бледно-желтоватые, в конце цветения бледно-оранжевые. Семянки обратно яйцевидные, голые, молочно-белые. Щетинки холка с бороздками, превышающими попереч-

ник щетинки более чем в 3–4 раза, кремовые. Длина 0,8–1,0 см, ширина 0,3–0,5 см.

**Латентный период.** Семена отличаются друг от друга формой, размером и абсолютной массой, что в большой мере зависит от положения в цветочных корзинках. В обычном расположении в центре корзины цветка образуются неполноценные семена. Объём зародыша в семенах составляет 10–14%. Срок созревания семян зависит от экологических условий местообитания растения (климата, абсолютной высоты, экспозиции склона). На высоте 1500–1600 м н.у.м. обычно семена созревают в конце июля, а на высоте 2000–2500 м – в середине августа. Семена представляют одногнездную семянку 0,8–1,0 см длиной, 0,2–0,3 см шириной, масса 1000 семян 20–24 г, поверхность семян гладкая, молочного цвета, форма семян слабо четырёхгранная. Всхожесть и энергия прорастания семян в лабораторных условиях довольно низкая и составила 30–33%. В природе прорастает около 70–75% семян, но выживает очень небольшое количество проростков (0,2–0,5 %). Наблюдения показывают, что одной из причин этого является резкое наступление жаркого периода, когда за короткий срок высыхает верхний слой почвы и корешки проростков погибают от недостатка влаги. Для повышения процента прорастания проведены предпосевная механическая обработка семян и воздействие низких температур согласно методике М. Т. Николаевой [10, 11], что позволило достичь всхожести семян до 85%. Для успешного создания плантации необходимо произвести посев семян осенью (октябрь–ноябрь). В этом случае семена проходят естественную стратификацию под снегом, и для сохранения проростков и всходов достаточно выполнение некоторых агротехнических мероприятий (рыхление почвы, внесение органических удобрений, 1-2-разовый полив).

**Виргинильный период. Фаза проростков.** При прорастании первым появляется корешок. Прорастание семян надземное – семядоли выносятся гипокотилем над поверхностью почвы и выполняют функцию фотосинтеза. Семядоли удлинённо обратно-яйцевидные. Через три-пять дней после прорастания наблюдается быстрорастущий стержневой корень. Семядоли также увеличиваются в размерах и к моменту появления над поверхностью почвы составляют 20–25 и 7–8 мм в длину и ширину соответственно. Обычно оболочка семени сохраняется 3–5 дней, после чего семядоли расходятся и оболочки сбрасываются. Надземные и подземные части проростков

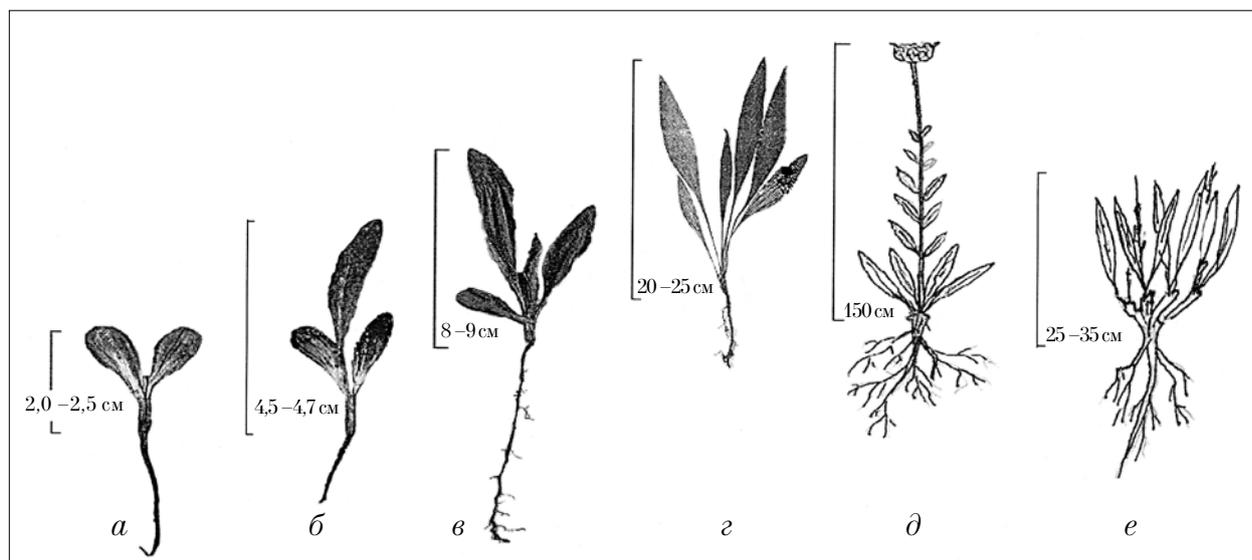


Рис. Возрастные состояния *Rhaponticum integrifolium*: проросток (а), всходы (б), ювенильное (в) и виргинильное (г), генеративное (д) и сенильное (е) растения

продолжают увеличиваться и достигают максимума ко времени появления первого настоящего листа (рис. а). Продолжительность этой фазы 7–8 дней.

**Фаза всходов.** Форма первых настоящих листьев: простые, цельные с короткими черешками и с сильным опушением (рис. б). На 14–15 день после появления длина (с черешками) и ширина первого настоящего листа большеголовника цельнолистного составили 4,5–7,0 и 1,0–1,2 см соответственно. Уже в это время видны различия в строении корней изучаемого вида – на главном корне на глубине 3–4 см наблюдали появление боковых корней, длина которых достигала 0,3–0,4 см. Вторым листом появляется через 10–15 дней. Он крупнее первого: длина его 8–9 и ширина 1,2–1,5 см; длина черешка 4–5 см. К этому времени главный корень удлиняется до 15–17 см, длина боковых корней достигает 3–5 см. К 20–25 апреля появляется третий лист. Полное формирование этого листа отмечается с признаками отмирания семядольных листьев и растение вступает в ювенильную фазу.

**В ювенильной фазе** интенсивно развивается надземная часть и корневая система растения. К концу первого года жизни главный корень достигал 35–45 см длины, диаметр базальной части составил 3–5 мм. На базальной части стебля в конце мая начинают закладываться почки возобновления. Увеличиваются и размеры листьев: до 20–25 см длины, 3–5 см ширины, количество которых резко возрастает до 12–17 см.

В условиях с. Гилон (Кашкадаринская обл., Шахрисябзкий р-н) в конце июля в при-

роде и на опытных участках отмечали начало высыхания первых листьев, затем постепенно начали высыхать остальные листья. Во втором и третьем годах жизни в конце февраля и начале марта у большеголовника цельнолистного появляется первый лист, а спустя 10–15 дней почти одновременно второй и третий, до 10–15 мая их количество достигло 8–10 шт. Листья растений второго года вегетации крупнее однолетних – 25–30 см длины и 4–6 см ширины. Первый лист начинает желтеть и высыхать в начале июня. Растения заканчивают вегетацию в конце июля (рис. в).

К концу **виргинильного периода** большеголовник формирует розетку из листьев до 35 см высоты при ширине 8 см (рис. г).

**Генеративный (репродуктивный) период.** В наших опытах *R. integrifolium* вступил в генеративный период на четвертом году жизни (рис. д). В конце апреля и начале мая, в зависимости от наступления теплых весенних дней, от почек возобновления *Rhaponticum integrifolium* начинают отрастать одновременно, как правило, 5–6 розеточных листьев и генеративной побег. В начале вегетации рост розеточных листьев идет очень интенсивно. Так, суточный прирост составляет в начале мая 5–9 см. После полного формирования розеточных листьев их рост почти прекращается, длина составляет 25–35 см, ширина 6–10 см. В это время генеративный побег начинает заметно удлиняться на 2–3 см в сутки. Наиболее интенсивный рост (до 5,0–5,5 см/сут) отмечается во второй декаде мая. Рост его замедляется и прекращается к началу цветения (июнь), высота побега достигает до 150 см.

Цветки в корзинке распускаются от периферии к центру. Период цветения одной корзинки 8–10 дней, поэтому на одном растении можно одновременно видеть корзинки с цветами и бутонами. Созревание семян длится 30–35 дней. В августе растение заканчивает свою вегетацию и генеративный побег отмирает полностью. В базальной части корня образуются почки возобновления, из которых на следующий год развиваются вегетативные и генеративные побеги.

В первый год жизни при наступлении генеративного периода растения образуют только по одному генеративному побегу, у старых экземпляров – до 25 побегов.

После 10–15 лет развития у растений корневая система претерпевает некоторые изменения. У одних экземпляров главный стержневой корень сохраняет свою форму, у других он отмирает и образуются несколько пальчатых или пальчато-стержневых корней. Базальная часть корня вследствие ежегодного нарастания отмирающих генеративных побегов разрастается и превращается в своеобразное структурное образование – каудекс. В естественных условиях длительность генеративного периода составляет 20–25 лет. Хорошо развитые генеративные растения имеют до 25–27 генеративных побегов.

**Сенильный период.** Сенильный период развития у *R. integrifolium* продолжительный. С основания отмерших побегов проявляется партикуляция – признак наступления старения растения, которая длится 8–10 лет. Старение растений выражается в образовании только 4–7 вегетативных побегов, загнивании и отмирании корневой системы. Листья короткие, черешковые и их размеры и количество уменьшаются (рис. е).

Таким образом, изучение большого жизненного цикла *Rhaponticum integrifolium* в ценопопуляции показало, что длительность пре-генеративного и генеративного периодов 4–5 и 20–25 лет соответственно, сенильное возрастное состояние длится 4–5 лет. Начало фенофазы большеголовника цельнолистного за-

висит от высоты местности над уровнем моря. Поднятие местности от 400 до 1500 м н.у.м. приводит к запаздыванию наступления фенофаз на 2–3 недели. В целом, исследование онтогенеза большеголовника цельнолистного свидетельствует о перспективности выращивания данного вида растений в культуре в качестве сырья для получения экидистероидов.

## Литература

1. Сейфулла Р.Д. Спортивная фармакология. М. 1999. 118 с.
2. Ганиев Ш.Г. Экидизонсодержащие растения родов *Serratula* L., *Rhaponticum* Ludw. Узбекистана и прилегающих районов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ташкент. 1980. 28 с.
3. Болтаев У., Горовиц М.Б., Хамидходжаев С.А., Абубакиров Н.К. Фитоэкидизоны *Rhaponticum integrifolium* // Химия природных соединений. 1974. № 3. С. 406–407.
4. Болтаев У., Горовиц М.Б., Абдуллаев Н.Д., Ягулдаев М.Р., Абубакиров Н.К. Фитоэкидизоны *Rhaponticum integrifolium* // Химия природных соединений. 1977. № 6. С. 813–819.
5. Болтаев У., Горовиц М.Б., Абдуллаев Н.Д. и др. Фитоэкидизоны *Rhaponticum integrifolium*. Интегристерон В // Химия природных соединений. 1978. № 4. С. 457–463.
6. Рамазанов Н.Ш. Экидистероиды растений родов *Silene*, *Rhaponticum* и *Ajuga*: Автореф. дис. ... докт. хим. наук. Ташкент. 2007. 49 с.
7. Ганиев Ш.Г. Содержание экидизонов в некоторых растениях трибы *Cynareae* Zess. сем. *Asteraeae* (*Compositae*) // Растительные ресурсы. 1975. Т. XI. Вып. 1. С. 94–96.
8. Серебряков И.Т. Экологическая морфология растений. М. 1962. 377 с.
9. Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Труды БИН АН СССР. Л. 1950. Сер. 3. Вып. 6. С. 7–204.
10. Николаева М.Т. К биологии прорастания семян некоторых видов *Ferula* L. // Труды БИН АН СССР. Л. 1948. Сер. 4. Вып. 6. С. 218–228.
11. Николаева М.Т. Физиологическое изучение покоя и прорастания семян *Ferula* L. // Труды БИН АН СССР. Л. 1950. Сер. 4. Вып. 7. С. 78–136.