

УДК: 633.88+574.45+547.92+581.149+581.14

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И ДИНАМИКА ЭКДИСТЕРОИДОВ У *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES* В ВОЗРАСТЕ 1-28 ЛЕТ

Т.Н. Биндасова¹, Н.П. Тимофеев²

^{1,2}КХ БИО, Коряжма, Россия

timfbio@atnet.ru

Аннотация. Обнаружена высокая положительная коррелятивная связь между параметрами развития, продуктивностью и накоплением экдистероидов во взрослых листовых органах *Rhaponticum carthamoides*, которая усиливается в субсенильном возрасте 14–28 лет.

Экдистероиды обладают весьма ценными фармакологическими свойствами, и промышленные источники для их получения имеют важное значение в осуществлении задач прорывного научно-технологического и социально-экономического развития России. Они необходимы человеку для поддержания его высокой умственной и физической работоспособности, повышения качества жизни (без стрессов, болезней и лекарств), снижения смертности трудоспособного населения от болезней системы кровообращения и новообразований, значимого повышения рождаемости и увеличения ожидаемой продолжительности жизни свыше 80 лет (Васильев и др., 2015). Однако экдистероиды не вырабатываются животными и микроорганизмами, и не могут быть синтезированы химическим способом ни в одной из лабораторий мира – поэтому должны поступать исключительно от растительных источников.

Левзея сафлоровидная – *Rhaponticum carthamoides* является единственным лекарственным растением Госфармакопеи РФ, синтезирующим экдистероиды уникальной биологической активности, при отсутствии каких-либо противопоказаний при использовании в медицине и спорте. Ранее, в период 1960–2010 гг., на коммерческом рынке присутствовали исключительно препараты, экстрагируемые спиртом из корней левзеи с корневищами (Тимофеев, Пунегов, 2017). Сегодня появилась возможность использования более удобной листевой части (фармстатья для листьев левзеи *Leuzea leaf*:

ГФ РБ, 2007, стр. 368–369). По результатам сравнительных испытаний между экстрактом из корней и из листьев (вытяжка 1:10), проведенных в Институте мозга человека им. Н.П. Бехтерева РАН (г. Санкт-Петербург), листовые части левзеи имели многократное преимущество перед подземными органами по комплексной активности – 66 баллов против 16 (Барнаулов, 2015).

Цели и задачи: Изучение морфометрических показателей надземных органов *R. carthamoides* в возрасте 1-28 лет по возрастным периодам онтогенеза и календарным годам жизни (высота побегов, размеры листьев, продуктивность, структура фитомассы) и сопоставление их с динамикой содержания действующих веществ (эктистероидов) в листовых органах растений.

Исследования вели в агропопуляции *R. carthamoides* на супесчаной почве, заложенной в 1989 г. (Архангельская обл., подзона средней тайги, 61° 20' с.ш., 47° в.д.). Подробное описание объекта и комплекса методик изложено в предыдущих публикациях по данной агропопуляции (Растительные ресурсы, 1998, 3:63–69; 2005, 3:1–13; 2006, 2:17–36; Сельскохозяйственная биология, 2009, 1:106–117; Сибирский экологический журнал, 2009, 5:765–780). Содержание эктистероидов и их качественный состав определяли методом ФЭЖХ-анализа в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар).

Получены данные, что жизненный цикл *R. carthamoides* в условиях агроценоза может длиться 28 лет и более. В первые 3 года жизни продуктивность вида незначительная (сухая надземная фитомасса ювенильных, иматурных и виргинильных особей 0.3–6.2–16.4 г); с 4-го года жизни начинается переход агропопуляции в генеративный возраст (надземная масса возрастает до 56.8 г). С 5-года жизни наблюдается массовый переход особей популяции в генеративное возрастное состояние и выход на средние параметры развития (210.7 г надземной массы при средних 215.5 г за период 5-28 лет). На 6-8 годы жизни (зрелый генеративный возраст) зафиксированы максимальные параметры накопления фитомассы, а на 9-13 годы жизни особи находились в старогенеративном возрасте. Переход к субсенильному возрастному состоянию намечился с 14 года жизни, где за 14-17 год были зафиксированы минимальные размеры надземных органов и продуктивности из-за отмирания и разрушения

корневой системы материнских особей (партикуляция); но затем, с 18-го по 28-й годы жизни, был всплеск вегетативного размножения дочерних особей в новом цикле, с нарастающим формированием фитомассы и накопления экидистероидов.

Параметры особей в возрасте 5–28 лет – средние (min; max): 1) Высота вегетативных побегов (длина розеточных листьев) – 87.3 см (70.6–65.2–71.3 см на 14–16 годы жизни; 100.3–119.1–104.4 см на 6–8-й годы и 96.8–97.5 см на 27–28 годы жизни). 2) Высота генеративных побегов (длина цветоносов) – 124.5 см (114.0 см на 5-й год, 143.1–142.8 см на 7–8 годы и 140.3 см на 28-й год). 3) Продуктивность сухой надземной фитомассы – 215.5 г (116.0–95.1–118.0 г на 15–17-й годы; 354.0–351.7 г на 6–7 годы и 295.8–318.8 г на 24–25-й годы). 4) Доля розеточных листьев в структуре фитомассы – 84.6% (73.2% на 9-й год и 93.9% на 28-й год). 5) Содержание экидистероидов во взрослых листьях вегетативных побегов – 0.39% (0.19–0.25% на 16–17-й год; 0.56–0.62% на 25–28-й годы). Состав экидистероидов на 97–99% представлен высокоактивным экидистероном, слабоактивный экидизон обнаружен в следовых количествах.

Динамика содержания экидистероидов: В ювенильном возрастном состоянии – 0.06–0.11%, имматурном – 0.17–0.19% (1–2-й годы жизни), виргинильном – 0.22% (3-й год), в молодом генеративном – 0.27–0.28% (4–5-й годы). У взрослых генеративных растений этот показатель достигает 0.29–0.33–0.35% (6–8-й годы жизни). У старогенеративных растений (9–13-й годы жизни) наблюдалась варьирование концентрации от 0.32% до 0.44%. В субсенильном возрасте (16–17 годы), в период после партикуляции материнских особей на дочерние, содержание экидистероидов в них было сравнимо с имматурными и виргинильными растениями 2–3-го года жизни материнских особей – 0.19–0.25%. В этот же период были зафиксированы минимальные параметры роста побегов и формирования надземной массы (95.1–118.0 г на 15–17-й годы). В дальнейшем, с 18-го по 28-й годы жизни, происходило ежегодное наращивание прироста вегетативных органов (высота побегов, размеры листьев) и продуктивности (при одновременном отсутствии материальных затрат на семенификацию). Как след-

ствии, были достигнуты самые высокие показатели биосинтеза экдистероидов и их накопление в листовых органах вегетативных побегов за 28 лет онтогенеза – 0.56–0.62 %.

Таким образом, наблюдается положительная коррелятивная связь между параметрами развития, продуктивностью и накоплением экдистероидов во взрослых листовых органах *Rhaponticum carthamoides* за период 1–28 лет, которая усиливается в субсенильном возрасте с 14–го по 28 годы жизни. Взаимозависимость между последними двумя параметрами высокая, начиная с генеративного возраста ($r=0,78-0,81$; $\rho=0,99$).

ЛИТЕРАТУРА

Барнаулов О.Д. Классические фитоадаптогены: Элементы стратегии фитотерапии // Традиционная медицина, 2015. № 3. С. 52-56.

Васильев А.С., Абдрашитова (Поломеева) Н.Ю., Удуд В.В. Экдистероиды и их биологическая активность // Растительные ресурсы, 2015. Т. 51. Вып. 2. С. 229–259.

Левзеи сафлоровидной листья – *Leuzea leaf (Rhaponticum carthamoides folia)* // Государственная Фармакопея РБ, Том. II. Минск, Минздрав, 2007, стр. 368–369.

Тимофеев Н.П., Пунегов В.В. Содержание экдистерона и аналогов в жидком экстракте левзеи из корней с корневищами // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. М., ВНИИССОК, 2017. № РЗ. С. 68–71.

MORPHOLOGICAL PARAMETERS, PRODUCTIVITY AND DYNAMICS OF ECDYSTEROIDS IN *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES* AGED 1–28 YEARS

T.N. Bindasova¹, N.P. Timofeev²

^{1,2}CF BIO, Koryazhma, Russia

timfbio@atnet.ru

Summary. It was found that there is a high positive correlation between developmental parameters, productivity and accumulation of ecdysteroids in adult leaf organs of *Rhaponticum carthamoides*, which is amplified at the subsenal age of 14–28 years.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ СИБИРСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД
СОВЕТ НАУЧНОЙ МОЛОДЕЖИ ЦСБС СО РАН

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
И ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ
БОТАНИКИ**

Материалы IV (VI) Всероссийской молодежной конференции
с участием иностранных ученых

8–12 октября 2018 года
г. Новосибирск

Новосибирск
Издательство «Академиздат»
2018

УДК 58
ББК 28.5
П 26

Ответственный редактор канд. биол. наук. А. П. Беланова
Редакционная коллегия:
канд. биол. наук. Д. С. Мурасева, канд. биол. наук. В. С. Костикова,
В. И. Трошкина, канд. биол. наук. Е. В. Кобозева,
канд. биол. наук. В. А. Власенко, канд. биол. наук. Ю. Г. Зайцева

Перспективы развития и проблемы современной ботаники: Материалы IV(VI) Всероссийской молодежной конференции с участием иностранных ученых (8–12 октября 2018 г., г. Новосибирск) / Отв. ред. А. П. Беланова. – Новосибирск: Изд-во «Академиздат», 2018. 256 с.

Сборник оригинальных научных трудов подготовлен к Всероссийской молодежной конференции по ботанике. Материалы сборника посвящены актуальным вопросам современной ботанической науки и рассчитаны на широкий круг читателей: студентов, аспирантов и преподавателей биологического и сельскохозяйственного профилей, ученых-ботаников, ресурсоведов, экологов, а также специалистов по вопросам интродукции растений.

Адрес сайта конференции: <http://conf.nsc.ru/csbg2018/ru>
Мероприятие проведено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований,
Проект № 18-34-10017 мол_г.
Федерального агентства научных организаций
Согласие № 007-02-2018-929

ISBN 978-5-6041788-0-5

© Коллектив авторов, 2018
© Центральный сибирский
ботанический сад СО РАН, 2018
© Оформление. Издательство «Академиздат», 2018

Фото с обложки: Овчинников Ю.В.

СОДЕРЖАНИЕ

R.E. Avalyan, E.A. Aghajanyan, A.E. Simonyan, A.L. Atoyants APPLICATION OF PLANT TEST-OBJECT FOR BIOINDICATION OF FRESHWATER ECOSYSTEMS POLLUTION.....	9
A. Hassanzadeh Ghorttapeh, M. Abasali, F. Ghanavati, N. Allahyari, G.R. Khakizad, A. Mirakhorli, R.A. Alitabar, A. Taheripor, R. Kanani, M.R. Kyani, H.R. Fanaei, S. Habibifar, H. Ghojig, A. Nakhaei, M.J. Karami, G.R. Abadoz, K. Abbasi A. Hamzehnegad, S. Safari, S.H. Asgari, H.Azizi, H. Manochehri, A. Fathi, M. Asadi- Pour, A. Soltani, A.H. Asgari, N. Kazerani, N. Foromadi, M. Samani GEOGRAPHICAL VARIATION AND DISTRIBUTION OF IRANIAN LANDRACES OF RICINUS COMMUNIS L.	12
Ф.В. Алырчиков, М.Б. Алибеков, О.А. Савоськина, Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева ВИДОВОЙ СОСТАВ СОРНОЙ ФЛОРЫ В ПОСЕВАХ ЛЬНА ТВЕРСКОЙ И СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ РОССИИ	16
И.А. Андреева, Е.С. Корчиков К ИЗУЧЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА Р В ПЛОДАХ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ, КРАСНОЙ И ЗОЛОТИСТОЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	19
А.М. Асылбек, Е.В. Рахимова, С.Е. Сулейменова, В.Ф. Красавин, Б.А. Ертаева МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗБУДИТЕЛЯ АЛЬТЕРНАРИОЗА КАРТОФЕЛЯ И РАЗВИТИЕ БОЛЕЗНИ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА	23
А.А. Батукаев, С.С. Курбанов, М.С. Батукаев БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В СИСТЕМЕ РАЗМНОЖЕНИЯ ВИНОГРАДА IN VITRO	27
К.А. Безденежных ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТА «МАРАДЫКОВСКИЙ» НА ПОЧВЕННУЮ АЛЬГОФЛОРУ.....	31
А.В. Богослов, И.В. Шилова, А.С. Кашин ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТАКТИКИ СТРУКТУРНЫХ ЧАСТЕЙ РАСТЕНИЙ <i>DELPHINIUM PUBIFLORUM</i> (DC.) TURCZ	35
М.В. Бочарников ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ БОТАНИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГОР НА ОСНОВЕ БИОМНОЙ КОНЦЕПЦИИ.....	39

Т.Н. Биндасова, Н.П. Тимофеев МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И ДИНАМИКА ЭКДИСТЕРОИДОВ У <i>RHAPONTICUM CARTHAMOIDES</i> В ВОЗРАСТЕ 1-28 ЛЕТ	43
Д.В. Вильянен ВЛИЯНИЕ НОКАУТ-МУТАЦИЙ ПО ГЕНАМ ГЛУТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ НА РАЗВИТИЕ ИНДУЦИРОВАННОГО СТАРЕНИЯ У <i>ARABIDOPSIS THALIANA</i>	47
И.А. Гончарова, Д.Ю. Ефимов, И.И. Гончарова, И.К. Гаврилов ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ГЕОГРАФИЯ СБОРОВ БРИОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ГЕРБАРИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЕВОГО КРАЕВЕДЧЕСКОГО МУЗЕЯ	51
Н.А. Дулепова ПСАММОФИТНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ	56
Н.С. Елфимова, А.Н. Шмараева, Ж.Н. Шишлова РЕДКИЙ ВИД РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>CLEOME DONETZICA</i> TZVELEV В ПРИРОДЕ И КУЛЬТУРЕ	60
М.В. Емцева, А.В. Агафонов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ISSR-МАРКЕРОВ ДЛЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ГИБРИДНОСТИ РАСТЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ СКРЕЩИВАНИЯХ <i>ELYMUS URALENSIS</i> , <i>E. VIRIDIGLUMIS</i> , <i>E. MUTABILIS</i> И <i>E. CANINUS</i> (РОАСЕАЕ).....	64
Э.В. Енин, О.П. Виньковская <i>SALIX</i> -ФЛОРА ПРЕДБАЙКАЛЬЯ	68
Т.В. Железниченко РЕГЕНЕРАЦИЯ <i>PICEA PUNGENS</i> ENGELMAN В СИСТЕМЕ <i>IN VITRO</i>	72
Е.В. Заднепровская ОСОБЕННОСТИ ПРЕГЕНЕРАТИВНОГО РАЗВИТИЯ <i>LAMYRA ECHINOCERHALA</i> (WILLD.) ТАМАМСCH	76
А. Я. Земцова, Ю.А. Зубарев α -, β -, γ -, δ -ТОКОФЕРОЛЫ СЕМЕНИ ОБЛЕПИХИ (<i>HIPPOPHAE RHAMNOIDES</i> L.) В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ.....	80
Г.А. Зуева, Е.А. Цыпченко АДАПТАЦИЯ ВИДОВ ИЗ РОДА <i>BRIZA</i> L. В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	84
Н.Г. Кадетов ШИРОКОЛИСТВЕННО-СОСНОВЫЕ ЛЕСА В ЗАВОЛЖЬЕ И ПРИУРАЛЬЕ	87
С.Ю. Казарова, Г.А. Новицкая ДРЕВЕСНЫЕ ВИДЫ САДОВ И ПАРКОВ КАЛЬКУТТЫ (ЗАПАДНАЯ БЕНГАЛИЯ).....	91

Научное издание

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ПРОБЛЕМЫ
СОВРЕМЕННОЕ БОТАНИКИ

Материалы IV (VI) всероссийской
молодежной конференции
с участием иностранных ученых
8-12 октября 2018 года

г. Новосибирск

Дизайн обложки Е.Б. Данилова
Верстка Е.Б. Данилова

Подписано в печать 10.09.2018. Формат 60x90 ¹/₁₆
Гарнитура Times New Roman. Печать цифровая.
Усл. печ л. 17,5. Тираж 200 экз.

«Академиздат»
630090, Новосибирск,
пр-кт Академика Лаврентьева, 6/1, оф. 622
Тел. 8 (383) 380-65-20
academizdat.com