

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

**НЕТРАДИЦИОННЫЕ ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ,
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ПРОДУКТЫ**

Сборник научных трудов

Выпуск 12

МОСКВА 2005

УДК 664+641.56(082(470)
ББК 20.18+34.7+65.304.25

Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Вып. 12. — М.: РАЕН, 2005. — с. 328.

Под редакцией д.с.-х.н., академика РАЕН Зеленкова В.Н. (ответственный за выпуск).



ISBN 5-94515-015-0

12-й выпуск сборника научных трудов содержит авторские материалы статей, условно сгруппированные по тематическому направлению:

Поиск и изучение природных сырьевых источников и методологические вопросы их стандартизации.

Инновации с растительными ресурсами (биология, селекция и агробιοтехнологии).

Инновации в технологиях и пищевой промышленности.

Основные материалы статей представлены авторами-участниками 2-й и 3-ей Российской научно-практической конференции «Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания функциональных продуктов» (2–3 июня 2003 г., 6–7 июня 2005 г. Москва).

УДК 664+641.56(082(470)

ББК 20.18+34.7+65.304.25

Спонсоры издания сборника:

ОАО Завод экологической техники и экопитания «ДИОД» (г. Москва),

ООО Концерн «Отечественные инновационные технологии» (г. Жердевка Тамбовской обл.),

ООО Научно-производственное предприятие «ТРИНИТА» (г. Москва)

ООО Научно-технологическая фирма «АРИС» (г. Новосибирск)

Информационный спонсор:

Центральная научная сельскохозяйственная библиотека РАСХН (г. Москва)

ISBN 5-94515-015-0

© Отделение РАЕН «Физико-химическая биология и инновации», 2005.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ RHARONTICUM CARTHAMOIDES (WILLD.) ILJIN И SERRATULA CORONATA L. НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ <i>Тимофеев Н.П.</i>	188
ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ БИОМАССЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ RHARONTICUM CARTHAMOIDES (WILLD.) ILJIN И SERRATULA CORONATA L. В АГРОЦЕНОЗЕ <i>Тимофеев Н.П.</i>	211
РОСТ И РАЗВИТИЕ ВОДНОГО ГИАЦИНТА В СВЯЗИ С ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ФУНКЦИЯМИ <i>Ворошица Л.П.</i>	220
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УРОЖАЙ HYPERICUM PERFORATUM L. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК АЗОТОМ И КОБАЛЬТОМ <i>Бабаева Е.Ю., Загуменищikov В.Б.</i>	229
ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОНАТОВ ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НА ОНТОГЕНЕЗ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА <i>Верещазин А.Л., Цой Т.Л.</i>	235

Научные статьи

ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛА БИШОФИТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ <i>Плескачев Ю.Н., Гурова О.Н., Иванченко Т.В.</i>	243
ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ МЕТОДОМ КАПСУЛИРОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫМИ ПРЕПАРАТИВНЫМИ ФОРМАМИ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ <i>Рубан И.Н.</i>	246
БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНЫЕ СМЕСИ <i>Рашидова С.Ш., Воропаева Н.Л., Никонович Г.В., Бурханова Н.Д., Югай С.М., Тураханова И.В., Рубан И.Н.</i>	253
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСНОВОЙ ЖИВИЦЫ – ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ <i>Сангалов Ю.А., Халилова Н.А., Ильясова А.И.</i>	260

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ БИОМАССЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES* (WILLD.) ILJIN И *SERRATULA CORONATA* L. В АГРОЦЕНОЗЕ

Тимофеев Н.П.

КХ БИО; г.Коряжма, Россия

В лекарственном растениеводстве максимальный уровень урожайности должен сочетаться с высоким содержанием действующих веществ в сырье, определяющих его качество и биологическую активность (Шаин, 1991). Экономическая целесообразность заготовки высококачественного материала стимулируется повышением его коммерческой стоимости, которая на мировом рынке примерно в 30 раз дороже сырья массового производства (Hamilton, 1997). При производстве лекарственного сырья из *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjlin (левзея, рапонтikum сафлоровидный) и *Serratula coronata* L. (серпуха венценосная) актуальность соблюдения качественных показателей значительно возрастает, исходя из биоморфологических особенностей синтеза и перераспределения действующих веществ – фитостероидов, по разновозрастным элементам надземных органов (Тимофеев, 1998; Чадин, 2003).

Известно, что в растениях градиент концентрации экдистероидов крайне неравномерен. После синтеза, который происходит в кончиках корней или взрослых листьях, они концентрируются в развивающихся органах и семенах (Adler и Grebenok, 1995). Для целей производства лекарственного сырья важно знать значимость массовой доли важнейших элементов в надземной структуре. В связи с этим возникает необходимость исследования строения структуры биомассы как по отдельным возрастным периодам жизненного цикла растений, так и в течение сроков вегетации. Исходя из необходимости оптимизации культивирования *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и *Serratula coronata* L. для получения экдистероид содержащих препаратов, пищевых и кормовых добавок, в проекте ставилась задача:

1. Исследовать структуру биомассы агропопуляций, произрастающих в различных почвенно-экологических условиях.
2. Установить вклад различных типов побегов в общую структуру по годам онтогенеза.
3. Выявить значимость возрастных элементов по фазам развития.
4. Выработать практические рекомендации по оптимизации культивирования.

Объекты и методика исследований

Природно-климатические условия. Исследования проводили на юго-востоке Архангельской области, входящей в подзону средней тайги. Район характеризуется умеренно-прохладным летом и умеренно-прохладной зимой. Продолжительность вегетационного периода составляет 165–186 дней, безморозного – 105 дней (77–139). Среднегодовые суммы температур выше 15 °С составляют 911 °С (54–57 дней); 10 °С – 1577 °С (107–110 дней); 5 °С – 1936 °С (153 дня). Средняя температура самого теплого месяца +17.4 °С (июль). Абсолютные перепады температуры достигают от +35 °С (в тени) до –51 °С. Устойчивый снежный покров появляется 11–16 ноября и лежит до 17–19 апреля.

Переход температуры воздуха через +5 °С и начало вегетации многолетних культур приходится на конец апреля-начало мая. Заморозки на поверхности почвы до –5...–7 °С и возврат

холодов с повторным выпадением снега тормозят рост и развитие растений до начала второй-третьей декады мая. Весенние заморозки полностью прекращаются в конце второй декады июня, осенние начинаются в конце августа-начале сентября. Завершение вегетации холодостойких растений наблюдается в начале октября, с осенним переходом температуры через +5 °С.

За год выпадает 495–538 мм осадков, в т.ч. за теплый период 367–387 мм. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см под озимыми культурами за теплый период держатся в пределах 37–44 мм, а в слое 0–50 см – 55–70 мм, что достаточно для жизнедеятельности большинства многолетних культур. Среднедекадная относительная влажность воздуха в дневное время составляет 62–74 %, в т.ч. полуденные часы – 54–57 %. В отдельные засушливые периоды влажность опускается до 25–35 % и ниже.

Характеристика агропопуляций. Объектом исследований служили 8 разновозрастных агропопуляций *R. carthamoides* и *S. coronata*, возделываемые на производственных площадях и произрастающих в различных экологических нишах (торфянистые, суглинистые, супесчаные и песчаные почвы), в возрасте от 1 до 15 лет. Культуры возделывались с междурядьями 70 см. Минеральные удобрения вносили в дозах от $N_{60}P_{60}K_{60}$ до $N_{90}P_{90}K_{90}$. Выборочная заготовка растительного сырья осуществлялась в течение вегетационного сезона. Режим массового отчуждения посевов одноразовый, сроки укоса – фаза плодоношения.

В проекте использованы следующие почвенные разновидности природной зоны: а) суглинистые дерново-слабоподзолистые; б) супесчаные дерново-среднеподзолистые, подстилаемые средними суглинками; в) песчаные на водно-ледниковых песчаных отложениях; г) тофянисто-подзолистые поверхностно-глееватые осушенные, на двучленных отложениях, с примесью песка в верхнем и тяжелого суглинка – в нижнем горизонте. Участки, кроме песчаных, для снижения уровня грунтовых вод осушены системой водосборных каналов через каждые 40–45 м. По комплексу агрохимических показателей песчаные и супесчаные по-

чвы относятся к высококультурным минеральным почвам. Показатели торфянистых почв близки к уровню хорошо окультуренных мелиоративных почв. Гумуса содержится соответственно 1.5, 3.6, 3.1 и 1.9 %,

Методика исследований. Периодизацию онтогенеза проводили на основе работ Работнова Т.А. (1983), Заугольной Л.Б. и др. (1988), Жуковой Л.А. (1995). Возрастные состояния и их динамику выявляли на основе изучения качественных признаков особей, соотношения генеративных и вегетативных побегов в структуре биомассы, репродуктивных параметров, уровня и качества плодоношения, биоморфологических особенностей строения корневищ (Игнатьева, 1994). Отличительные особенности молодых, средневозрастных и старых генеративных растений устанавливали путем ежегодного учета общего числа репродуктивных побегов в агропопуляции (для *R. carthamoides*); соотношения вегетативных, генеративных и недоразвитых побегов (для *S. coronata*); учета реальной семенной продуктивности, качества продуцируемых семян и т.д.

Отбор модельных особей из агропопуляций производили в 5–6-кратной повторности. В структуре биомассы надземной части выделяли морфологически разнородные органы (Методические указания, 1985); в составе розеточных листьев различали разновозрастные фракции (Семенова-Тян-Шанская, 1977). Долевое участие отдельных органов и возрастных элементов в структуре биомассы определяли по сухому веществу. Математическую обработку экспериментальных данных проводили стандартными методами вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

Характерной особенностью фитоэкдистероидов является высокая их мобильность, способность к перераспределению и концентрированию после биосинтеза в пределах возрастных элементов. Донорными органами являются взрослые листья, акцептирующими – интенсивно растущие ткани молодых листьев, а также развивающиеся семена (Adler и Grebenok, 1995; Dinan, 2001). Перераспределение между стареющими и временно раз-

вивающимися органами через структурные элементы зависит от биоморфологических особенностей вида, различий в прохождении онтогенеза. В опубликованной литературе не рассматривается возрастная структура биомассы, а лишь указывается общая облиственность растений.

В целом для *R. carthamoides* в сравнении с *S. coronata* характерна более высокая доля листовых органов, которая в условиях Коми Республики составляла от 68–80 % до 82–87 % (Моисеев и др., 1979; Иевлев, 1983; Головки и др., 1996), Кировской области – 58 % (Тихвинский и Тючкалов, 1989). Структура биомассы природных растений состоит на 45–53 % из розеточных и на 17–22 % стеблевых листьев (Постников, 1995). Для *S. coronata* в условиях Коми Республики облиственность указывается в пределах 50–55 % (Мишуров и др., 1999). В онтогенезе она составляла: в начале вегетации 2-го года жизни – 63 %, в фазе бутонизации – 31 %; на 3-й год – 59–49 %; в возрасте 4, 6, 11 лет облиственность изменялась от 43 до 55 % (Савиновская, 2003).

Соотношение типов побегов. В условиях агроценозов структура лекарственного сырья является отражением возрастного спектра индивидуальных особей, имеющих одинаковый абсолютный возраст, но при этом находящихся в различном возрастном состоянии. Оба изучаемых вида в онтогенезе формируют два типа побегов: вегетативные (розеточные) и генеративные. Переход *R. carthamoides* в генеративное состояние на суглинках отмечен с 3-го, на супеси и торфянике – с 4-го, на песках – с 6-го года жизни. Поэтому структура биомассы в прегенеративном возрасте (имматурном и начале виргинильного) представлена только розеточными листьями вегетативных побегов (табл. 1).

К концу виргинильного возраста доленое участие генеративных побегов в структуре биомассы составляет 5–10 %. С переходом в генеративный возраст массовая их доля возрастает на 4-й год до 16 %, на 6-й год жизни – до 36 % в начале фазы бутонизации. Часть из них в процессе развития отмирает, поэтому массовая в фазу массового цветения снижается до 9 и 24 %. В более старом возрасте доля генеративных побегов незначительно от-

Таблица 1
Соотношение массовых долей вегетативных и генеративных побегов *R. carthamoides* и *S. coronata* по годам жизни и возрастным состояниям жизненного цикла, %

Тип побегов	супесь						суглинок						торфяник						песок		
	2	3	4	5	6	9	13	2	3	5	6	8-9	2	4	6	9	10	5	9	13	
Вегетативные:	v*	v	g1		g2	g3	ss	v	g1		g2	g3	v	g1		g2	v	g2			
<i>R. carthamoides</i>	100	95	91 ¹	85	76 ²	73	84	90	...	88	84	67	100	93	89	89	...	91	88		
<i>S. coronata</i>	100	...	15	3	3	7	4	...	46	9	...	6	77	12	3	7	4	...	3		
Генеративные:	v	g1			g2		ss	g1		g2	g3	g1		g2	g3		g1	g2			
<i>R. carthamoides</i>	0	5	9 ¹	15	24 ²	27	16	10	...	12	16	33	0	7	10	11	...	9	12		
<i>S. coronata</i>	0	...	85	97	97	93	96	...	54	91	...	94	23	88	97	93	96	...	97		

В начале фазы бутонизации соотношение равно (%): ¹ ... 84/16; ² ... 70/30

* ... возрастные состояния: v – виргинильное;

g1, g2, g3 – молодое, зрелое и старое генеративное; ss – субсенильное.

личается от предыдущих лет (27 % на 9-й год, 16 % на 13-й год). В целом структура сырья у *R. carthamoides* в отчуждаемом периоде на 84–91 (70–95) % представлена вегетативными побегами.

Динамика возрастных элементов. При культивировании *R. carthamoides* и *S. coronata* для производства лекарственного сырья важными, кроме знания показателя общей облиственности, являются сведения по наиболее значимым элементам биомассы с высоким содержанием фитоэкдистероидов. Концентрация экдистероидов в молодых листьях вегетативных побегов на порядок выше, чем в отмерших (Тимофеев и др., 1998). Генеративные побеги включают в себя стебель, стеблевые листья (молодые, взрослые и старые), соцветия с семенами. Стебли вы-

полняют опорную и транспортную функцию, в качестве источника экдистероидов они малозначимы, как и нижние стеблевые листья.

Сезонная динамика вегетационного периода характеризуется определенным сочетанием накопления в биомассе разновозрастных фракций молодых, взрослых и отмерших листовых органов. Кривая, характеризующая доленое участие молодых и взрослых листьев *R. carthamoides*, противоположна динамике накопления всей надземной биомассы (табл. 2). В начале фазы бутонизации массовая доля молодых и взрослых листьев довольно высока (73.8 %). В фазе цветения, когда наблюдается максимальное накопление биомассы, доля значимых для отчуждения элементов снижается до 33.7 %.

Таблица 2

Динамика структуры вегетативных побегов *R. carthamoides* (взрослые генеративные растения), %

Показатели	Сроки вегетации, дней						
	4	31	57	72	84	114	179
Фаза развития	отрас- тание	начало бутони- зации	начало цвет- ения	Цвете- ние	Плодоно- шение	Веге- тация	Отми- рание н/массы
Накопление биомассы листьев во время вегетационного периода	1.5	14.1	86.9	100.0	66.8	51.2	45.7
Долевое участие в структуре биомассы молодых и взрослых листьев	83.6	73.8	52.1	33.7	21.8	5.6	2.1

Аналогичная зависимость существует и для *S. coronata*. Ко времени начала цветения, характеризующейся наибольшей концентрацией экдистероидов в младших боковых побегах (Чадин, 2003), листья розеточных побегов и нижних метамеров стеблевых побегов являются отмершими. Долевое участие стеблевых листьев снижается с 58.0 до 33.8 % (табл. 3), среди которых мо-

лодые листья, сосредоточенные в боковых побегах, занимают 1.8–6.4 %. Массовая доля семян из соцветий в структуре надземной части обоих видов незначительна и в среднем составляет около 2–3 %.

Таблица 3

Динамика структуры генеративных побегов *S. coronata* (взрослые генеративные растения), %

Показатели	Сроки вегетации, дней						
	16	30	42	53	75	125	150
Фаза развития	Отрас- тание	начало стебле- вания	стебле- вание	начало бутон- изации	Цвете- ние	Плодон- ошение	Отми- рание н/массы
Накопление биомассы листьев во время вегетационного периода	58.0	52.9	47.1	50.3	33.8	31.0	34.0

Заключение

Многолетними исследованиями экистероид содержащих растений *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и *Serratula coronata* L. установлено, что структура биомассы *R. carthamoides* на европейском Севере в основном представлена розеточными листьями вегетативных побегов: в иматурном возрасте – на 100 %, виргинильном – на 90–95 %, в генеративном – на 84–91 (70–95) %. Отличительной особенностью *S. coronata* является ранний переход в репродуктивный возраст и преобладание генеративных побегов в структуре, доленое участие вегетативных побегов незначительное 3–12 (15 %). Главным образом, потенциал синтеза и накопления экистероидов у *S. coronata* зависит от показателя облиственности стеблей (32–42 %), что в два-три раза ниже, чем доленое участие розеточных листьев у *R. carthamoides*.

Наиболее значимыми по содержанию экистероидов являются интенсивно растущие листья, а также семена. Концентрация экистероидов в молодых листьях на порядок выше, чем в от-

мерших, и в 2–3 раза – чем во взрослых. Сезонная динамика, характеризующая участие молодых и взрослых листьев в структуре, противоположна динамике накопления всей надземной биомассы. Ко времени фазы цветения доля значимых для отчуждения элементов у *R. carthamoides* снижается с 83.6 до 33.7 %. Аналогичная зависимость существует и для *S. coronata* – к фазе цветения доля стеблевых листьев снижается с 58.0 до 33.8 %, среди которых молодые листья, сосредоточенные в боковых побегах, занимают 1.8–6.4 %. Массовая доля семян у обоих видов в генеративном возрасте составляет около 2–3 %.

Стратегия культивирования должна заключаться в создании условий для опережающего роста вегетативных побегов перед генеративными. Оптимальным сроком заготовки растительного сырья на лекарственные цели является период от фазы стеблевания до фазы бутонизации. Объектом сбора являются молодые и взрослые листья вегетативных побегов у *R. carthamoides*; стеблевые листья верхних, боковых и средних метамеров у *S. coronata*. Стебли генеративных побегов, нижние стеблевые листья и старые розеточные листья в качестве источника экистероидов малозначимы.

Литература

1. Adler J.H., Grebenok R.J. Biosynthesis and distribution of insect-molting hormones in plants – a review // *Lipids*, 1995; N. 30. – P. 257–262.
2. Bathori M., Pongracz Z. Phytoecdysteroids – from isolation to their effects on humans // *Curr Med Chem.*, 2005. Vol. 12; Is. 2. – P. 153–72.
3. Dinan L., Savchenko T., Whiting P. On the distribution of phytoecdysteroids in plants // *Cellular and Molecular Life Sci.*, 2001. – V. 58; N. 8. – P. 1121–1132.
4. Hamilton A.C. Threats to plants: an analysis of Centres of Plant Diversity / In *Conservation into the 21st Century*, vol. Proc. 4th International Botanic Gardens Conservation Congress (ed. D. H. Touchell and K. W. Dixon). – Kings Park and Botanic Garden, Perth, Australia, 1987. – P. 309–322.
5. Головки Т.К., Гармаш Е.В., Куренкова С.В., Табаленкова Г.Н., Фролов Ю.М. Рапонтик сафлоровидный в культуре на Европейском Севере-Востоке (эколого-физиологические исследования) / Коми научный центр УрО РАН. – Сыктывкар, 1996. – 140 с.
6. Жукова Л.А. Популяционная жизнь луговых растений. – Йошкар-Ола, РИК «ЛАНАР», 1995. – 224 с.
7. Заугольнова Л.Б., Жукова А.А., Комаров А.С., Смирнова О.В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). – М.: Наука, 1988. – 184 с.
8. Игнатьева И.П. Классификация и биоморфологические особеннос-

ти корневищ двудольных и однодольных травянистых поликарпиков. – М.: Известия ТСХА. 1994. № 1. – С. 60–78.

9. Иевлев Н.И. Маралий корень // Кормовые растения на торфяных почвах Европейского Севера. – Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1983. – С. 79–87.

10. Методические указания по селекции многолетних трав: Фенологические наблюдения. Оценка селекционного материала (структура урочая). – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1985. – С. 90–103.

11. Мишуров В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми (Итоги работы Ботанического сада за 50 лет. Т. 1). – СПб.: Наука, 1999. – 216 с.

12. Моисеев К.А., Соколов В.С., Мишуров В.П., Александрова М.И., Коломийцева В.Ф. Малораспространенные силосные растения. – Л.: Колос, 1979. – 328 с.

13. Постников Б.А. Маралий корень и основы введения его в культуру. – Новосибирск, СО РАСХН, 1995. – 276 с.

14. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: МГУ, 1983. – 296 с.

15. Савиновская Н.С. Биологические особенности развития и продуктивность серпухи венценосной и серпухи неколючей при интродукции // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. науч. трудов. Вып. 7. – М., РАЕН, 2003. – С. 154–161.

16. Семенова–Тян-Шанская А.М. Накопление и роль подстилки в травяных сообществах. – Л.: Наука, 1977. – 191 с.

17. Тимофеев Н.П., Володин В.В., Ю.М. Фролов. Распределение 20-гидроксиэкдизона в структуре биомассы надземной части *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iijin // Растительные ресурсы. – 1998. Т. 38; Вып. 3. – С. 63–69.

18. Тихвинский С.Ф., Тючкалов Л.В. Перспективные кормовые культуры. – Киров, Волго-Вятское кн. изд-во, 1989. – 112 с.

19. Шаин С.С. Регуляция биопродуктивности в онтогенезе культивируемых лекарственных растений: Автореф. дис...докт. биол. наук. – М.: ВИЛАР, 1991. – 48 с.