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).

ИЗДАНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ РАЕН

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 агробиотехнологии).***

***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 RHAPONTICUM CARTHAMOIDES (WILLD.) ILJIN И SERRATULA CORONATA L. НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ
*Тимофеев Н.П.* ..... *188*

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ БИОМАССЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ RHAPONTICUM CARTHAMOIDES (WILLD.) ILJIN И SERRATULA CORONATA L. В АГРОЦЕНОЗЕ
*Тимофеев Н.П.* ..... *211*

РОСТ И РАЗВИТИЕ ВОДНОГО ГИАЦИНТА В СВЯЗИ С ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ ФУНКЦИЯМИ
*Воронина Л.П.* ..... *220*

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УРОЖАЙ HYPERICUM PERFORATUM L. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК АЗОТОМ И КОБАЛЬТОМ
*Бабаева Е.Ю., Загуменников В.Б.* ..... *229*

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСОНАТОВ ЭТИЛЕНДИАМИНТЕТРАУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ НА ОНТОГЕНЕЗ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА
*Верещагин А.Л., Цой Т.Л.* ..... *235*

## *Научные статьи*

## ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОГО МИНЕРАЛА БИШОФИТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
*Плескачев Ю.Н., Гурова О.Н., Иванченко Т.В.* ..... *243*

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ МЕТОДОМ КАПСУЛИРОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫМИ ПРЕПАРАТИВНЫМИ ФОРМАМИ ХИМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ
*Рубан И.Н.* ..... *246*

БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ПОЛИМЕР-ПОЛИМЕРНЫЕ СМЕСИ
*Рашидова С.Ш., Воропаева Н.Л., Никонович Г.В., Бурханова Н.Д., Югай С.М., Тураханова И.В, Рубан И.Н.* ..... *253*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСНОВОЙ ЖИВИЦЫ – ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
*Сангалов Ю.А., Халилова Н.А, Ильясова А.И.* ..... *260*

*Тимофеев Н.П.* Динамика структуры биомассы лекарственных растений *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и *Serratula coronata* L. в агроценозе / Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сборник научных трудов. – Москва, РАЕН, 2005, Вып. 12. – С. 211-220.

# 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.) Iljin (левзея, рапонтикум сафлоровидный) и *Serratula coronata* L. (серпуха венценосная) актуальность соблюдения качественных показателей значительно возрастает, исходя из биоморфологических особенностей синтеза и перераспределения действующих веществ – фитоэкдистероидов, 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 высокоокультуренным 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), Заугольновой 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; Головко 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. carthamoide*s 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 долевое 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* | |
| *R. carthamoides* | 100 | 95 | 91[1] | 85 | 76[2] | 73 | 84 | 90 | ... | 88 | 84 | 67 | 100 | 93 | 89 | 89 | ... | 91 | 88 | ... |
| *S. coronata* | 100 | ... | 15 | 3 | 3 | 7 | 4 | ... | 46 | 9 | ... | 6 | 77 | 12 | 3 | 7 | 4 | ... | 3 | 23 |
| **Генеративные:** | *v* | *g1* | | | *g2* | | *ss* | *g1* | | *g2* | | *g3* | *g1* | | *g2* | *g3* | | *g1* | | *g2* |
| *R. carthamoides* | 0 | 5 | 9[1] | 15 | 24[2] | 27 | 16 | 10 | ... | 12 | 16 | 33 | 0 | 7 | 10 | 11 | ... | 9 | 12 | ... |
| *S. coronata* | 0 | ... | 85 | 97 | 97 | 93 | 96 | ... | 54 | 91 | ... | 94 | 23 | 88 | 97 | 93 | 96 | ... | 97 | 77 |

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 долевое 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 | отрастание | начало бутонизации | начало цветения | Цветение | Плодоношение | Вегетация | Отмирание 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 | Отрастание | начало стеблевания | стеблевание | начало бутонизации | Цветение | Плодоношение | Отмирание 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 экдистероид 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 имматурном 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, долевое участие вегетативных побегов незначительное 3–12 (15 %). Главным образом, потенциал синтеза и накопления экдистероидов у *S. coronata* зависит от показателя облиственности стеблей (32–42 %), что в два-три раза ниже, чем долевое участие розеточных листьев у *R. carthamoides*.

Наиболее значимыми по содержанию экдистероидов являются интенсивно растущие листья, а также семена. Концентрация экдистероидов 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 экдистероидов 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 // Celluar 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. Головко 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 особенное-

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 урожая). – 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.) Iljin // 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.