Актуальные проблемы современной науки № 5, 2005

Сельскохозяйственные науки

Агрономия

Растениеводство

Тимофеев Н.П., *кандидат биологических наук*
(КХ БИО, г. Коряжма)

ИНТРОДУКЦИЯ, ПРОМЫШЛЕННОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES (WILLD.) ILJIN* И *SERRATULA CORONATA L.* (ОБЗОР)

Rhaponticum carthamoides (Willd.) Iljin (левзея или рапонтикум сафлоровидный) и *Serratula coronata* L. (серпуха венценосная) являются важнейшими крупнотравными видами мировой флоры, обладающими способностью к синтезу сверхвысоких уровней экдистероидов (соответственно 0.5-1.5 и 1.2-2.3 %), потенциалом продуктивного долголетия и значительной урожайностью. Фитоэкдистероиды – действующие вещества этих растений, являются одним из ключевых элементов современной науки о живых системах и находят применение в исследованиях проблем генетики, клеточной и молекулярной биологии, биомедицинской химии.

В современной медицине *R. carthamoides* используется при нарушениях работы сердечно-сосудистой, центральной нервной и репродуктивной системы, для заживления ран и язв, лечения ожогов, стимулирования либидо и устранения дискомфорта в сексуальной жизни. В спортивной и военной медицине растение служит для адаптации и повышения работоспособности здорового человека в условиях лимитирующих факторов, в т.ч. преодоления чрезвычайных физических и психических нагрузок. Вне официальной медицины распространено профилактическое использование в качестве адаптогенного, анаболического, антидепрессивного, гемореологического, ноотропного и противоопухолевого средства. *R. carthamoides* не имеет токсических и побочных эффектов, возрастных или сезонных ограничений при употреблении и обладает более высокой фармакологической и стимулирующей активностью, чем классические растения-адаптогены: женьшень обыкновенный *(Panax ginseng),* родиола розовая *(Rhodiola rosea),* лимонник китайский *(Schizandra chinensis),* элеутерококк колючий *(Eleutherococcus senticosus),* аралия высокая *(Aralia elata)* и т.д.

Интродукционное изучение *R. carthamoides* было начато в 1926-1928 гг. на территории бывшего СССР; расширено в предвоенные (1938-1941) и военные годы (1942-1945). Начиная с 50-60-х годов и до настоящего времени, научно-исследовательские работы ведутся в 15 государствах. *S. coronata* начала изучаться с конца 80-х – начала 90-х годов. К сожалению, многочисленные попытки внедрения *R. carthamoides* и *S. coronata* в производственную практику не увенчались успехом – в России и за рубежом отсутствуют крупные промышленные плантации этих ценных лекарственных растений. Несоответствие реальных условий произрастания растений в агроценозе условиям мелкоделяночных опытов, служащих основой для разработки индустриальных технологий возделывания, явилось одной из главнейших причин отрицательных результатов внедрения в практику лекарственного растениеводства.

Создание стабильной, ежегодно возобновляемой сырьевой базы экдистероид содержащих растений является актуальной задачей нового этапа фундаментальных исследований. Необходимо проведение комплексных исследований по познанию процессов, лежащих в основе стабильного существования агросистем *R. carthamoides* и *S. coronata* (потенциал долголетия, биопродуктивность в онтогенезе, факторы экологической устойчивости, антифидантная, аллелопатическая и ценозорегуляторная активность, резистентность к фитофагам, структура и значимые элементы биомассы в качестве источников лекарственного сырья и т.д.).

На основе выявленных закономерностей предстоит разработать теоретическое обоснование жизнедеятельности, оптимизации культивирования в искусственном ценозе; выработать комплекс практических рекомендаций по созданию и промышленному возделыванию видов в различных природно-климатических условиях. Главным итогом реализации проекта должно являться создание эксплуатируемых агропопуляций в различных географических регионах, оптимизированных к воздействию среды и антропогенных нагрузок.

Ключевые слова: лекарственные растения, агропопуляции, *Rhaponticum carthamoides, Serratula coronata*, экдистероиды, 20-hydroxyecdysone

СОДЕРЖАНИЕ

Введение
1. Современное состояние изученности предмета
1.1. Характеристика видов
1.2. История интродукционных работ *R. carthamoides*
1.3. Сведения по промышленному возделыванию
1.4. Ограниченность предыдущих исследований
2. Анализ нерешенных проблем культивирования
2.1. Онтогенез
2.2. Продуктивность особей
2.3. Биопродуктивность популяций
2.4. Структура биомассы и ее качество
2.5. Регуляция накопления экдистероидов в лекарственном сырье
2.6. Поражаемость насекомыми-фитофагами
2.7. Экологические межвидовые взаимоотношения в ценозе
3. Задачи нового этапа исследований
Заключение
Литература

ВВЕДЕНИЕ

Rhaponticum carthamoides (Willd.) Iljin – рапонтикум сафлоровидный (синонимы: *Leuzea, Maral root, Stemmacantha*) и *Serratula coronata* L. – серпуха венценосная, являются важнейшими представителями экдистероид содержащих растений, используемых для получения химически изолированных фитоэкдистероидов в опытных и промышленных масштабах. Всего из растений *R. carthamoides* идентифицировано более 50 индивидуальных соединений [1-5]. У *S. coronata* известно около 20 экдистероидов [2, 6-7].

В частности, они служат источниками субстанций, содержащих такие высокоактивные экдистероиды [8]), как *ecdysterone (20-hydroxyecdysone), polypodine B, ajugasterone C, dachryhainansterone, rapisterone D, 24(28)-dehydro-makisterone A, 22-benzoate-ecdysterone, makisterone A* и *C, integristerone, leuzeasterone, carthamosterone, 5-deoxy-kaladasterone, coronatasterone;* а также различных ветеринарных и фармацевтических препаратов, пищевых и кормовых добавок из лекарственного сырья [6, 9-12].

Являясь одним из ключевых элементов современной науки о живых системах, экдистероиды находят применение в исследованиях проблем генетики, клеточной и молекулярной биологии, биомедицинской химии; в качестве естественных и безопасных лигандов в молекулярных системах переключения генов (экдизон-индуцированные системы экспрессии генов), в разработке селективных и экологически чистых инсектицидов [13-17].

В современной научной медицине экдистероид содержащие натуральные составы используются при нарушениях работы сердечно-сосудистой, центральной нервной и репродуктивной системы, в качестве тонизирующих и стимулирующих средств при умственном и фи-

зическом утомлении, пониженной работоспособности, импотенции, ослаблении функций разных органов [18-22]. Могут применяться для заживления ран и язв, лечения ожогов [23, 24]; улучшения половой функции, стимулирования либидо и устранения дискомфорта в сексуальной жизни [25-26].

В спортивной и военной медицине препараты на их основе служат для адаптации и повышения работоспособности здорового человека в условиях лимитирующих факторов, в т.ч. преодоления чрезвычайных физических и психических нагрузок [27-28]. Вне официальной медицины в наибольшей степени распространено профилактическое использование в качестве адаптогенного, анаболического, антидепрессивного, гемореологического, ноотропного и противоопухолевого средства [29-32].

При сравнительных клинических и экспериментальных испытаниях препараты *R. carthamoides* показывают более высокую фармакологическую активность, чем признанные растения-адаптогены: женьшень обыкновенный *(Panax ginseng),* родиола розовая *(Rhodiola rosea),* лимонник китайский *(Schizandra chinensis),* элеутерококк колючий *(Eleutherococcus senticosus),* аралия высокая *(Aralia elata)* и т.д. [27, 33-34]. При этом препараты *R. carthamoides* не имеют токсических и побочных эффектов, возрастных или сезонных ограничений при употреблении, свойственных большинству классических адаптогенов [9, 21-22, 30, 35-37, 39].

Учитывая экономическую значимость и биологическую важность экдистероидов, в последние годы были приложены значительные усилия по скринингу мировой флоры с целью выявления видов-сверхпродуцентов. Установлено, что обычное содержание экдистероидов в растительных объектах составляет очень малую величину – у 95 % следовые количества, у 4-6 % тысячные и сотые доли, и только единичные растения являются сверхконцентраторами – содержание в отдельных элементах надземных органов в отдельные фазы развития может достигать до 1-3 % в расчете на сухую биомассу [40-44]. Интерес для промышленности представляют виды, характеризующиеся повышенной концентрацией целевых веществ в биомассе, высокой продуктивностью, способностью к интродукции, устойчивым и долголетним произрастанием в условиях агропопуляций [45].

Различные государства в качестве источников для получения экдистероидов предлагают такие дикорастущие сырьевые ресурсы [17, 46], как корневища папоротникообразных из тенистых лесов Европы и Южной Америки (*Polypodium vulgare, P. lepidopters*); корни растений сем. амарантовых из тропических лесов Бразилии и бассейна р. Амазонки *(Pfaffia paniculata. P. glomerata)*; хвою подокарповых и тисовых из высокогорных областей Китая и Японии (*Podocarpus nakaii, P. macrophyllus, P. reichei; Taxus canadasis, T. chinensis, T. cuspidata)*; семена эндемичных растений из рода *Ipomoea*, произрастающих на южных склонах Гималайских гор; надземную биомассу многолетних растений сем. коммелиновых, обитающих в Китае, Тайване и Индии на переувлажненных горных почвах *(Cyanotis arachnoidea; C. vaga)*; грибы из семейства свинушковых *(Tapinella panuoides)* и трутовиков (*Polyporus umbellatus).*

Видовой потенциал экдистероид содержащих растений во флоре России представлен главным образом видами вторичного значения: это разновидности *Silene* – смолевки и *Lychnis* – зорьки; *Coronaria flos-cuculi* – горицвет кукушкин; *Helleborus purpurascens* – морозник красноватый и *H. caucasicus* – морозник кавказский; *Paris guadrifolia* – вороний глаз обыкновенный; *Ajuga reptans* – живучка ползучая; *Sagina procumbens* – мшанка лежачая; *Potamogeton natans* – рдест плавающий и *P. perfoliatus* – рдест пронзеннолистный; *Pulmonaria officinalis* – медуница лекарственная*; Butomus umbellatus* – сусак зонтичный; *Androsace filiforms* – проломник нитевидный и т.д. [43, 47-48].

К сожалению, большинство рассматриваемых видов обладают рядом отрицательных качеств, не позволяющих использовать их в промышленных масштабах. Они труднодоступны, встречаются рассеянно или одиночно, и не известны в культуре. Довольно часто это мелкорослые, ползучие, розеточные, лесные, луговые или водные растения; ядовитые или слаботоксич-

ные. Места их произрастания приурочены к припойменным лугам, лесным опушкам и вырубкам, заболоченным торфяникам, пустырям, обочинам дорог и канавам, берегам озер, рек и речек или же подножиям скал на высокогорных участках. Интродукция в абсолютном большинстве случаев не проводилась или представляет серьезные трудности [45].

В отличие от других растительных источников, *R. carthamoides* и *S. coronata* являются крупнотравными видами, характеризуются высоким потенциалом продуктивного долголетия и урожайности биомассы [49-56]. Одновременно они обладают способностью к синтезу сверхвысоких уровней экдистероидов – 0.5-1.5 % у *R. carthamoides,* 1.2-2.3 % у *S. coronata* [2, 20, 41, 57-60]. На эти растения возлагаются большие надежды в разработке нового класса фармпрепаратов и биологически активных кормовых добавок, а также экологически безопасных средств борьбы с вредными насекомыми.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРЕДМЕТА

1.1. Характеристика видов

В целом для различных регионов мирового сельского хозяйства справедливо, что до настоящего времени ни один из главных представителей экдистероид содержащих растений не освоен к возделыванию в производственных масштабах, удовлетворяющих нужды фармацевтической промышленности. Задача существенного расширения сырьевой базы экдистероид содержащих растений не может решена без первичного ботанико-морфологического и экологического обоснования целесообразности культивирования интродуцируемых видов в новых климатических условиях. Многолетними ботаническими исследованиями выявлено, что наиболее перспективными в различных географических регионах, в т.ч. на европейском Севере и в Сибири являются два вида – *R. carthamoides* и *S. coronata* [51-52, 54, 56, 61-62].

Rhaponticum carthamoides (Willd.) Iljin – долгоживущий, медленно развивающийся вид из сем. *Compositae* (сложноцветные). Относится к числу важнейших экдистероид содержащих растений, естественные ареалы обитания которых расположены в высокогорных областях Сибири, государств Средней Азии и Китая, на высоте 1200-2700 м над ур.м. [20]. По жизненной форме это крупнотравное, многолетнее травянистое растение; надземная часть его представлена побегами двух типов – вегетативными розеточными и генеративными стеблевыми, образующих куст диаметром 50-110 и высотой 90-150 (иногда 50-250) см. Размеры розеточных листьев достигают длины 80-120 см, ширины 28-43 см [51, 55].

R. carthamoides и препараты на ее основе официально введены в Государственную фармакопею СССР IX-XI изданий (1961, 1968, 1987, 1990), Государственную фармакопею Российской Федерации (приказ Министерства здравоохранения № 182 от 24.04.2003), а также в Государственный реестр (1995, 1998), Регистр лекарственных средств России (1993, 1994, 1997) и некоторых других государств [63-67]. Заготовка лекарственного сырья из дикорастущих популяций осуществляется по лицензиям [68].

Исторически так сложилось, что в научной литературе вид относят к трем родам – *Rhaponticum, Leuzea* и *Stemmacantha* [69-71]. Название *Rhaponticum* (рапонтикум) обычно употребляется в ботанических описаниях [72], *Leuzea* (левзея) – в медицинской практике [18, 73]. От названия *Stemmacantha* в современной систематике растений предложено отказаться [74]. В практике сельскохозяйственного производства укоренилось наименование *Maral root* – маралий корень [51].

Дикорастущие популяции *R. carthamoides,* произрастающие в субальпийских лугах Алтае-Саянского горного комплекса, в результате нерегламентированных заготовок сильно истощены. Вид отнесен к числу редких, уязвимых и исчезающих видов [72, 75-76]; промысловые запасы охраняются государством. Занесен в Красные книги России, Казахстана, Монголии и некоторых других государств [77]. Интродукционное изучение ведется в 15 государствах – (Россия, Чехословакия, Польша, Болгария, Венгрия, Финляндия, Китай, Австрия, Гер-

мания, Белоруссия, Литва, Молдавия, Казахстан, Узбекистан, Украина). *R. carthamoides* – единственный экдистероид содержащий вид, рекомендованный в массовое в производство на основе селекционного сорта Тюгурюкский, автором которого является Б.А. Постников [78-79].

Serratula coronata L. – серпуха венценосная или коронованная – второй вид из сем. *Compositae,* являющийся сверхконцентратором экдистероидов. По жизненной форме является многолетним травянистым растением; особи образуют куст из прямостоячих или полуразвалившихся стеблей генеративных побегов высотой 140-190 см; стеблевые листья размерами 7-40 х 5-12 см. В отличие от естественных ценоареалов *R. carthamoides*, сосредоточенных в высокогорном поясе, *S. coronata* встречается в предгорной и на равнинной местности. Распространен от Средней Европы до Монголии и Китая, произрастает в Сибири, Средней Азии, на Дальнем Востоке. Обитает рассеянно или одиночно, приурочен к кустарниковым зарослям горных склонов, увлажненным берегам заливных лугов и краям осоковых болот вблизи крупных рек. В течение последних 20 лет проводится интродукционное изучение с целью введения его в культуру качестве лекарственного растения в России, Венгрии, Корее и на Украине [6, 54, 56, 60, 76, 80].

1.2. История интродукционных работ *R. carthamoides*

Этноботаническое начало растений рода *Rhaponticum* уходит корнями в глубины древней восточной медицины, где они использовалось под названием *Lou lu* и *Lou cao* [81]. В разные времена и в разных местах растение было известно также под наименованием Sinops, radix Echinopsis, radix Rhapontici (кит.); Cnicus, Stemmacantha, Leuzea, Swiss centaury, russian leuzea, leuzea rapontica, maral root, maral koren (англ.); hirschwurzel, rhapontikum (нем.); maraljuuri (фин.); maralrot, rapontik (словац.), левзея сафлоровидная, маралий корень, большеголовник альпийский, рапонтик (рус.); великоголовник (укр.); изюбрева трава, маралова трава, аранай-убюсу, сын-отт, нижний уйман (абориг.) и т.д. [11, 51, 70, 71].

Фармакологическое использование препаратов *Rhaponticum* не прерывалось со времен древней китайской, тибетской и монгольской медицины до наших дней. Известно, что выращивание растений *Rhaponticum* практиковалось в аптекарских садах интродукторов X-го века [82]. У русских переселенцев на Алтае (в 16-17 веке) ходило поверье о чудодейственной силе этого растения, который лечит от 14 недугов и возвращает молодость [30]. В течение последнего столетия отмечено несколько вспышек научного интереса к *R. carthamoides*, связанные с изучением и практическим использованием полезных его свойств. Первые письменные сообщения, описывающие вид в культуре, относятся к публикациям Русского географического общества за 1881-1883 годы [51].

Начала научных исследований по *R. carthamoides* относятся к послереволюционному времени и связаны с образованием в 1920 году одного из первого в России Научно-исследовательского химико-фармацевтического института (НИХФИ). Исходя из основных задач НИХФИ – изыскание новых фармсредств на основе отечественной сырьевой базы лекарственных растений, были предприняты первые попытки введения в культуру и создания промышленно возделываемых плантаций *R. carthamoides* [83] семенами, собираемыми из дикорастущих популяций [72]:

в 1926-1928 гг. вид высевался на участке Омского сельскохозяйственного института;

в 1931-1932 гг. – Московской и Ленинградской областях;

в 1938-1941 гг. – Новосибирской области;

в 1942-1945 гг. – Томском Ботаническом саду Западно-Сибирского филиала АН СССР;

с 1948 года – интродуцирован на европейском Севере и высевался в Карельском стационаре Ботанического института АН СССР;

в начале 50-х годов – интродуцирован в Сибирском ботаническом саду, на опытных полях Сибирской зональной станции Всесоюзного института лекарственных растений (ВИЛР),

Алтайском опорном пункте плодово-ягодной станции и некоторых других районах Западной Сибири.

После успешных апробационных работ, начиная с 1954 года, были начаты исследования по широкой интродукции *R. carthamoides* Ботсадами системы Академии Наук СССР, опытными станциями ВИЛР и другими научными учреждениями. В начале 60-х годов такие работы проводились на европейском Северо-Востоке и Дальнем Востоке, с конца 70-х годов – в республиках Средней Азии, Прибалтики и государствах Восточного блока. К середине 80-х годов *R. carthamoides* был интродуцирован в Центральных Ботанических садах и коллекционных питомниках различных научных учреждений Белоруссии, Украины, Молдовии, Карелии, Коми, Башкирской и Марийской Республики; Московской, Ленинградской, Новосибирской, Тюменской, Саратовской, Смоленской и Тамбовской областях; Польше, Болгарии, Венгрии, Чехословакии; а в начале 90-х – Архангельской, Вологодской и Пензенской области, Финляндии.

Изучение велось в разрезе теоретических и прикладных аспектов, разбитых на ряд этапов [84-85]. Первый этап работ предусматривал исследование ареалов обитания, экологии и фитоценологии вида, сбор исходного материала, изучение онтогенеза, биологических особенностей роста и развития, способов размножения, зимостойкости, морозостойкости и засухоустойчивости, поражаемости болезнями и вредителями. Завершающей стадией этапа являлась передача семенного или посадочного материала отобранных форм на экспериментальные участки для углубленного изучения.

На втором этапе проводилось климатическое обоснование размещения по географическим зонам, изучение агротехнических приемов возделывания в разрезе оптимальных сроков и норм высева семян, отзывчивости на виды и дозы удобрений и регуляторов роста развития, продуктивности. В этот же период исследован химсостав и проведены многочисленные эксперименты на животных по выявлению токсикологических, анаболических и стимулирующих эффектов действия надземных и подземных частей растения. По результатам комплексного изучения *R. carthamoides* был признан универсальной культурой кормово-лекарственного назначения и рекомендовался для широкого возделывания на полях коллективных хозяйств и в индивидуальных приусадебных хозяйствах. Ему отводилась важная народно-хозяйственная роль в масштабах государства в увеличении продуктивности общественного животноводства, а также в качестве сырьевого источника для получения иммуностимулирующих лекарственных средств в фармацевтической промышленности.

На третьем этапе ставилась задача внедрения *R. carthamoides* в широкую производственную практику, т.е. создание эксплуатируемых промышленных плантаций в масштабах, удовлетворяющих потребности народного хозяйства [84, 86-88]. Конечной целью ставилась задача комплексной переработки и использования продуктов *R. carthamoides* в различных отраслях народного хозяйства, поставки их на международный рынок в виде конкурентоспособных фарм-, био- и ветпрепаратов. В начале 90-х годов, Коми Научном центре УрО РАН была разработана научно-исследовательская программа по оптимизации агроэкологических и физиолого-биохимических основ возделывания [89]. В 1996 году под эгидой Института биологии этого научного центра состоялось Международное совещание, посвященное основным действующим веществам растения – экдистероидам [90].

Таким образом, в течение последних 50 лет проведена огромная комплексная и разноплановая работа по изучению и введению *R. carthamoides* из дикой природы в культуру. Работа проводилась на государственном уровне, с привлечением ученых и специалистов разного профиля. По нашим приблизительным оценкам, за это время количество опубликованных научных статей в 15 государствах приближается к 700, результаты исследований защищены в 60-70 диссертациях, в т.ч. около 15-20 докторских.

В результате селекции выведен первый сорт “Тюгурюкский”, разработаны агротехнические и агрохимические приемы возделывания, налажено комплексное использование надзем-

ных и подземных частей [11, 79, 91]. *R. carthamoides* (Willd). Iljin. является сегодня широко известным и популярным лекарственным растением не только среди других видов данного рода (*R. uniflorium, R. serratuloides, R. integrifolium, R. scariosum, R. lyratum, R. pulchrum, R. karatavicum, R. nitidum, R. nanum, R. conifera* и т.д.), но и среди растений, взятых из народной медицины в официальную фармакопею [92].

В настоящее время из 172 экдистероид содержащих препаратов различных форм, предлагаемых на мировом коммерческом рынке, около 36 % вырабатывают из *R. carthamoides* [11, 17]. На основе высокоочищенных экдистероидов *R. carthamoides* освоен выпуск препарата *экдистен* [9, 93] на фармацевтических производствах в Баку, Мантурово, Чикменте и Ташкенте; действуют экстрактовырабатывающие предприятия в Бийске, Томске и Красногорске [65,94]. Аналогично, разработаны биохимические технологии по выделению и очистке действующих веществ из фитомассы *S. coronata* – препарат под названием *экдистен-S* или Es [31]; а также кормовые добавки *метаверон* [12] и *биоспон* [6].

1.3. Сведения по промышленному возделыванию

Внедрение в производственную практику, т.е. создание эксплуатируемых промышленных плантаций, является завершающим этапом интродукционного изучения лекарственных растений [84, 95]. Искусственные плантации имеют бесспорные преимущества перед эксплуатацией в природе по плановому регулированию изъятия биомассы с учетом биологии и сроков воспроизводства растения. Еще в начале 60-х гг. было признано, что в каждом хозяйстве европейского Нечерноземья и Севера в целях создания высокоэффективной кормовой базы животноводства целесообразно выращивать три-четыре вида новых многолетних растений, одним из которых должен быть *R. carthamoides* [86].

Он был рекомендован в производство как зимостойкое и холодостойкое, очень долголетнее (более 30 лет) и скороспелое (2-3 укоса в год), требующее плодородных суглинистых почв растение; с продуктивностью зеленой массы, достигающей 32000-35000 кг с 1 га [96]. Специальным постановлением коллегии Министерства сельского хозяйства СССР от 23.12.75 г. вид рекомендовался для всестороннего изучения и внедрения в агропромышленном комплексе. Была поставлена задача – в каждом специализированном хозяйстве необходимо иметь от 10-20 [97] до 20-40 га [98] этой культуры.

Решение задачи планировалось осуществить через создание сети семенных и маточных участков в специализированных опытно-производственных хозяйствах. В планы ряда семеноводческих хозяйств были включены долгосрочные программы по производству семян *R. carthamoides*. Приказом № 284/183 от 17.07.75 Министерство сельского хозяйства Белоруссии обязало ряд хозяйств наладить производство травяной муки из надземной биомассы растений. В начале 80-х годов к выращиванию *R. carthamoides* приступили более 100 хозяйств краев и областей в различных регионах СССР. В дальнейших планах была заявлена необходимость значительного расширения площадей под этой культурой, в т.ч. по Сибирскому региону до 50-100 тыс. га [97].

За полувековую историю исследовательских работ имеются всего лишь несколько упоминаний о результатах опытно-производственного возделывания *R. carthamoides*. Продуктивность надземной биомассы при этом оказалась в три-пять раз меньше, чем заявлено в интродукционных работах [99-100]. Плантации в большинстве случаев после посева зарастали сорняками и становились совершенно непригодными к эксплуатации [51]. Имеются сведения, что в конце 60-х годов *R. carthamoides* выращивался в двух совхозах Новосибирской и Кировской области [72]. Кроме того, в начале 80-х годов были заложены две промышленные плантации в специализированных совхозах лекарственного направления в Московской и Новосибирской областях, где заготавливалось около 10 т воздушно-сухого корня в год [51].

По состоянию на 1990-2005 гг., исходя из различных источников, эксплуатируемые агропопуляции на территории России имеются всего лишь в двух сельскохозяйственных пред-

приятиях, общая площадь которых составляет приблизительно 12-15 га (Новосибирская и Архангельская области). Небольшие агроценозы (по 1-2 га) заложены в Польше, Австрии и Чехии [94, 101-102]; собственная информация). Как следствие дефицита лекарственного сырья, в настоящее время в широкодоступную аптечную сеть препараты *R. carthamoides* и *S. coronata* ни в России, ни за рубежом не поступают.

1.4. Ограниченность предыдущих исследований

Исходя из существующего высокого спроса на мировом коммерческом рынке, необходимость иметь культивируемые и ежегодно возобновляемые сырьевые источники наиболее ценных и редких видов лекарственных растений, к которым относится *R. carthamoides,* остается насущной проблемой [87]. Однако создание сырьевой базы экдистероид содержащих растений, культивирование их сопряжено с немалыми трудностями; общепринятые технологии здесь не подходят, а возможность отчуждения продукции возникает только через 3-4 года после закладки агропопуляции [51, 88].

Существуют большие проблемы по экологической устойчивости особей в ценозе, получения качественных семян [103-105]. Длительность жизни растения в культуре сокращается в 10-15 раз от природной нормы. Появляется ряд серьезных проблем, обусловленных экологическими особенностями жизнедеятельности видов в ценозе, сопровождающихся гибелью большинства особей на разных этапах развития, причины которых мало исследованы. Рекомендованные нормы высева *R. carthamoides* составляют от 6-8 до 12 кг/га, *S. coronata* – 6 кг/га [61, 106], что предполагает гибель 80-90 % особей.

Изучение *R. carthamoides* научными учреждениями было начато еще в начале 20-х годов XX века на территории бывшего СССР, и активно проводилось в 50-60-е годы во многих его регионах [18, 72, 79, 107-108]. *S. coronata* начала изучаться с конца 80-х – в начале 90-х годов [50, 76, 109]. Исследования эти, за редкими исключениями, были ограничены агротехническими, морфобиологическими и экофизиологическими вопросами интродукции, проводимых на основе индивидуальных растений или условиями коллекционных питомников и экспериментальных полянок, вне их связи с продуцируемыми метаболитами – экдистероидами [53-54, 61, 106, 110-111].

Попытки внедрения результатов первых этапов исследований *R. carthamoides* и *S. coronata* в производственную практику не увенчались успехом – в России и за рубежом отсутствуют крупные промышленные плантации этих ценных лекарственных растений. Как показывает анализ проблем, предыдущие изыскания были ориентированы на отдельные аспекты жизнедеятельности видов и зачастую рассматривались в идеализированной среде – без учета факторов экологического воздействия среды, антропогенного влияния и внутривидовых закономерностей в прохождении онтогенеза.

Не изучено возрастное изреживание в онтогенезе, гибель особей из-за несоответствия экологических условий в корнеобитаемой зоне природно выверенной норме; аллелохемическая роль продуцируемых метаболитов (в т.ч. экдистероидов) в процессах межвидовой конкуренции с сорными растениями; взаимоотношения с насекомыми-фитофагами; закономерности выживания обособленных куртин-сообществ в природе. Данные по продуктивности приведены не комплексно, приводится биомасса или надземной, или подземной части особей, часто без учета содержания сухого вещества и концентрации экдистероидов.

Таким образом, несмотря на обилие научных публикаций, их результаты не отражают видовых и экологических особенностей жизнедеятельности видов в агроценозе, а рекомендации и выводы трудно применимы в лекарственном растениеводстве. Одной из главнейших причин отрицательных результатов внедрения в сельскохозяйственную практику можно считать несоответствие реальных условий произрастания растений в агроценозе условиям мелкоделяночных опытов, служащих основой для разработки индустриальных технологий возделывания. Возделывание без знания и учета факторов экологического и антропогенного воз-

действия экономически не является оправданным. Законы жизнеобитания в агроценозе не могут приравниваться к существованию особи на опытной полянке [88]. Нельзя автоматически переносить агротехнику и результаты идеализированных и с большим трудом поддерживаемых искусственных условий существования на масштабы производственных площадей. Организация освоения на уровне агропопуляций – намного более сложная задача, и требует широкого учета всего комплекса воздействующих факторов, чем при первичном изучении в питомниках.

2. АНАЛИЗ НЕРЕШЕННЫХ ПРОБЛЕМ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

2.1. Онтогенез

Жизнедеятельность *R. carthamoides* и *S. coronata* в условиях агропопуляций является малоизученной. Известно, что в оптимальных условиях произрастания показатели соотношения продуктивности и продолжительности жизни растений в наименьшей степени должны отклоняться от средних для данного вида величин. Онтогенез *R. carthamoides* в условиях субальпийских лугов длится 50-75 лет. В генеративный период растения вступают на 5-9-й год жизни и находятся там в течение 25-40 лет. Сенильные особи чаще всего отсутствуют, отмирание частей корневища происходит редко [72].

В условиях культуры детальных исследований полного онтогенеза не проводилось. В большинстве случаев изучение ограничивалось морфологическим описанием растений 1-3, реже 4-6 годов жизни; высоты побегов и количества листьев в розетке, размеров листовых пластинок и соцветий; массы продуцируемых семян, надземных или подземных органов, часто приводимых в сыром виде. Имеющиеся в литературе редкие сведения по онтогенезу охватывают или отдельные периоды жизни растения [51, 61,1 12], или полный жизненный цикл рассматривался для условий коллекционных питомников и экспериментальных полянок [53, 113]. Довольно часто изучение велось рассадным и квадратно-гнездовым способом выращивания, требующих больших затрат ручного труда, но не имеющих преимуществ перед общепринятым в производстве широкорядным способом прямого посева в грунт с междурядьями 60-70 см [51, 114].

В целом при интродукции в условиях коллекционных питомников длительность прохождения полного жизненного цикла развития не превышает 5-6 лет, а в полевых производственных условиях онтогенез еще короче и завершается в течение несколько лет. Особи находятся в прегенеративном возрасте 1-3, в генеративном – 2-3 года [53, 61, 115-118]. В этих условиях зафиксировано ускоренное развитие, иногда с пропуском одного или нескольких возрастных состояний. Лишь в отдельных случаях особи могут цвести и плодоносить в возрасте 12-15 лет [51, 113]. Влияние условий возделывания и режимов хозяйственной эксплуатации на темпы прохождения жизненного цикла, его качественные и количественные характеристики остаются не исследованными.

2.2. Продуктивность особей

Специфичность реагирования вида на экологические факторы обнаруживается как на уровне популяционных параметров, так и на количественных параметрах отдельных особей. Для особей *R. carthamoides,* независимо от условий произрастания – в природе или культуре, характерна большая внутривидовая изменчивость [119-120]. При этом отсутствует корреляция в морфологии признаков, не зависящая от экологических факторов [72, 116]. В частности, на суглинистых почвах Республики Коми во влажное лето продуктивность особей была в 1.5-2.0 раза ниже, чем в засушливое [121]. Для *S. coronata,* наоборот, типичными местами произрастания являются средне- и тяжелосуглинистые, торфянистые почвы с повышенной влажностью [52, 54].

Потенциал продуктивности *S. coronata* мало изучен. По данным Б.А. Постникова [52], масса надземных частей в природных условиях изменяется от 29-34 до 56-67 г. Сухая масса корневища *R. carthamoides* в природных условиях равна 71-104 г [122]. При интродукции, по литературным данным, максимальная величина биомассы особей накапливается на 3-4-й год культивирования. На европейском Севере, в условиях Коми Республики, масса надземной части достигала 89-126 г, подземной – 86-125 г [53, 61]. В условиях Карелии надземная биомасса была равна 200 г на 3-й и 86 г – на 4-й год жизни; подземная биомасса составляла 45 г на 2-й, 58 г – на 3-й год жизни [111]. В Польше на 3-й год жизни надземные органы формировали 70 г, подземные – 60-90 г биомассы; на 4-й год – 81 и 91 г соответственно [123]. В Кировской области, при первичной густоте стояния 200-600 тысяч особей на 1 га и без учета ее динамики в последующие годы, надземные органы формировали продуктивность, соответствующее 11-24 г биомассы на 3-4-й год жизни, 4.2-8.5 г – на 5-й год жизни [124].

Для природно-климатических условий европейского Севера было показано, что в оптимальных условиях роста и развития длительность онтогенеза *R. carthamoides* с высокой продуктивностью может составить 10 и более лет [55], а *S. coronata* – 11 лет [125]. Выявлено, что с возрастом надземная биомасса особей увеличивается; на 6-8 годы она достигала у *R. carthamoides* 354-525 г, у *S. coronata* 215-270 г [126]. Если учесть, что в производственной практике рекомендуемые сроки начала отчуждения приходятся на 2-3-й годы жизни [51], то становится понятным, что продуктивное долголетие растений при интродукции, как правило, длится не более 3-х лет, а потенциал формирования биомассы в онтогенезе не реализуется.

2.3. Биопродуктивность популяций

Валовая продукция на площади популяции и ее прирост за единицу времени являются интегральным показателем, характеризующим экологический оптимум организма. Дифференциальными характеристиками выступают плотность, средняя величина биомассы особей и длительность их жизни в онтогенезе. В природных условиях урожайность надземной массы дикорастущих зарослей *R. carthamoides,* зафиксированный Постниковым Б.А. [51] на Горно-Алтайской СХОС в период 1963-1965 гг., соответствовала 2 200-4 000 кг/га. Максимальная биопродуктивность отдельных фрагментов чистых зарослей может достигать 6 500-7 000 кг/га [127]. Биопродуктивность подземных органов *R. carthamoides* в Алтае-Саянской горной области колеблется в диапазоне 80-1 500 кг/га [128]. Наибольшие площади субальпийских лугов заняты ценозами, где масса корневищ около 330 кг/га [72]. Годичный прирост подземной массы составляет 120 кг/га на субальпийских и 5-8 кг/га в лесных злаково-высокотравных лугах [129]. Биопродуктивность надземных органов *S. coronata* в типичных местообитаниях, при плотности 2.1-5.1 тысяч особей, варьирует от 71 до 343 кг/га [52].

В условиях культуры величина продуктивности каждого вида изменяется в соответствии с его адаптивным потенциалом, сложившимся в процессе эволюции. По данным Научно-исследовательского центра Гидрометеорологии СССР, агроклиматические ресурсы Нечерноземной зоны позволяют *R. carthamoides* формировать от 2 000-3 000 до 7 000-10 000 кг/га надземной массы. Минимальные величины характерны для дефицита, максимальные – для оптимальных величин влаго- и теплообеспеченности [130].

Следует признать, что результаты практического возделывания далеки от потенциальных показателей. На опытных делянках урожайность надземной массы у 3-4-х летних растений *R. carthamoides* составляла: на супесчаных почвах Кировской области – 2 000-2 400 кг/га (в пересчете с 49 м^2) [131]; на рекультивируемых торфяниках – 1 300-1 770-2 800 кг/га [100]; на суглинках – 5 400-6 000 кг/га [124]. В Сибири, на полях ЭХ ЦСБС РАН, урожайность посевов в возрасте 4-5-и лет достигала 3 600 кг/га, 7-и лет – 3 300 кг/га [51]. В Ленинградской области, 7-8-и летнем возрасте, она снижалась до 700-800 кг/га [132].

В литературе нет сведений о потенциале продуктивности *S. coronata* в производственных условиях. Для природно-климатических условий Коми Республики урожайность с 1 м^2 при-

водится в пределах от 0.77 до 1.24 кг [54]; Сибири – 0.7-1.1 кг [52]. В опытах Н.А. Савиновской [125] урожайность в онтогенезе повышалась с 1.53-1.40 кг/м^2 на 3-4-й год до 1.93-1.92 кг/м^2 на 6-й и 11-й годы жизни. Следует отметить, что учет урожайности посевов методом скашивания, а также на основе пересчета свободнорастущих растений с 1 м^2 на 1 га не отражает реальной картины формирования валовой продукции интродуцентом. Причины здесь следующие:

– структура урожая модельных вариантов *R. carthamoides* на 40-55 %, и даже на 90-97 % может быть представлена сорными видами [105];

– в опытных делянках узковытянутой формы площадь габитуса высокорослых генеративных побегов *S. coronata* (1.6-1.9 м), вследствие формирования ими раскидистой структуры куста, в 2-3 раза может превышать площадь их питания, принимаемую за исходную в статистических вычислениях;

– фактор изреживания посевов может внести существенную корректировку в итоговый результат.

Для обоих видов не исследован потенциал продуктивности при произрастании в различных почвенно-экологических условиях, устойчивость продуцирования ими биомассы в онтогенезе. Показатели, полученные на основе густоты стояния отдельных особей на квадратном метре, не отражают реальной продуктивности вида в агропопуляции [84, 133-134]. Продуктивность на единице площади есть величина, зависящая от количества растений (плотности) и средней массы одной особи. В опубликованной литературе нам не удалось обнаружить ссылок на численность и динамику изреживания особей культивируемых растений в онтогенезе. Очевидно, что реальную биопродуктивность агропопуляций можно установить только на основе изучения фактической плотности каждого вида, и базируясь на полученных данных, установить устойчивость продуцирования ими биомассы в онтогенезе.

2.4. Структура биомассы и ее качество

В лекарственном растениеводстве максимальный уровень урожайности должен сочетаться с высоким содержанием действующих веществ в сырье, обуславливающих его качество и биологическую активность [135]. Экономическая целесообразность заготовки высококачественного материала стимулируется повышением его коммерческой стоимости, которая на мировом рынке в десятки раз дороже сырья массового производства. При производстве лекарственного сырья из *R. carthamoides* и *S. coronata* актуальность соблюдения качественных показателей значительно возрастает, исходя из биоморфологических особенностей синтеза и перераспределения действующих веществ – фитоэкдистероидов, по разновозрастным элементам надземных органов [44, 57].

Для производства растительного сырья как источника экдистероидов необходимо знание динамики их содержания в отдельных органах растений по фазам развития и возрастным периодам онтогенеза, установление структуры и массовой доли возрастных элементов в биомассе, определение оптимальных сроков заготовки лекарственного сырья. В опубликованной литературе не рассматривается возрастная структура биомассы, а лишь указывается общая облиственность растений. Известно, что в растениях градиент концентрации экдистероидов крайне неравномерен. После синтеза, который происходит в кончиках корней или взрослых листьях, они концентрируются в определенных органах, изменяя тем самым долевое участие наиболее значимых элементов в структуре надземной сферы. Донорными элементами являются взрослые листовые органы, акцептирующими – интенсивно растущие ткани молодых листьев и семена [42, 136]. Перераспределение между стареющими и временно развивающимися органами через структурные элементы зависит от биоморфологических особенностей вида, различий в прохождении онтогенеза.

При культивировании *R. carthamoides* и *S. coronata* с целью производства лекарственного сырья важными, кроме знания показателя общей облиственности, являются сведения по до-

левому участию наиболее значимых элементов, содержащих высокие уровни фитоэкдистероидов, в структуре биомассы. Сезонная динамика вегетационного периода характеризуется определенной динамикой соотношения вегетативных (розеточных) и генеративных побегов в онтогенезе и, как следствие, одновременным накоплением в биомассе разновозрастных фракций молодых, взрослых и отмерших органов.

Кроме того, в условиях агроценозов структура лекарственного сырья является отражением возрастного спектра индивидуальных особей, имеющих одинаковый абсолютный возраст, но при этом находящихся в различном возрастном состоянии. В связи с этим возникает необходимость исследования строения структуры и массовой доли элементов биомассы лекарственного сырья как по отдельным возрастным состояниям жизненного цикла растений, так и в течение различных сроков вегетации.

2.5. Регуляция накопления экдистероидов в лекарственном сырье

Одна из главнейших задач производителя лекарственного сырья состоит в том, чтобы создать условия в ценозе, способствующие естественному биосинтезу и накоплению биологически активных веществ (экдистероидов) в отчуждаемых частях растений [137]. Из анализа литературы следует, что существует многократная, до 15-40 раз, разница в содержании экдистероидов в растительном сырье, причины которых неизвестны.

Исходя из этих данных, в целом для *R. carthamoides* уровень концентрации мажорного экдистероида *20-hydroxyecdysone* в подземных частях (корни и корневища) варьирует от 0.05-0.08 % [138-143] до 0.51-0.81 % [144-145] и даже 1.16 % [146]. Показатели содержания в надземной биомассе (листья вегетативных побегов) варьируют от 0.03-0.08 % [121, 140] до 0.16-0.26-0.43 % [57, 147] и выше – 0.7-0.9 % [144, 148]; вплоть до 1.2 % [149].

Встречаемые в публикациях сверхвысокие показатели содержания *20-hydroxyecdysone* в массовых органах могут быть связаны с несовершенными методами анализа. L. Dinan и др. [150] полагают, что ранние сообщения об уровне присутствия стероидных соединениях в растениях на основе цветных реакций и низкоэффективных хроматографических методов являются неочевидными. Сравнение результатов анализа образцов *Silene (S. italica* L., *S. disticha* W., *S. cretica* L.*)*, выполненные методами ХСФ (хроматография на стеклянных пластинках в сочетании со спектрофотометрией [151] и ВЭЖХ-анализа [152], включая большинство других растений из сем. *Caryophyllaceae* [153] показывает, что концентрация *20-hydroxyecdysone* может быть завышена в 2-4 раза при использовании метода хроматоспектрофотометрии.

Вероятно, сверхнизкие показатели связаны с неоптимизированными технологиями возделывания, или, по-другому, накопление экдистероидов в лекарственном сырье находится в прямой или относительной зависимости от ростовых процессов, обусловленных стрессовыми факторами, почвенно-климатическими условиями, агротехническими приемами культивирования и антропогенными воздействиями на агроценоз [137, 154]. К примеру, в условиях Чехии при исследовании 22-х индивидуальных растений методом ВЭЖХ-анализа разброс в содержании *20-hydroxyecdysone* в подземных органах составил от 0.087 до 0.35 % [155].

В практическом растениеводстве накопление биологически активных веществ в сырье может регулироваться экзогенным воздействием ростостимулирующих и ингибирующих факторов в определенные фазы развития растений [156]. Предполагается, что в условиях агропопуляций условия внешней среды – температура, влажность, освещенность и затенение при засорении или загущении посевов, анаэробиоз при засухе, холоде и засолении способны влиять на направленность метаболических процессов в растительных клетках, и тем самым изменять концентрацию экдистероидов.

Система агротехнических приемов возделывания, основанная на учете биологических особенностей растений и почвенно-климатических условий выращивания, должна обеспечивать высокое содержание действующих веществ в лекарственном сырье. Производитель должен иметь возможность целенаправленно регулировать биосинтез и накопление экдистерои-

дов в растительном материале; наиболее полно реализовать потенциальные возможности накопления действующих веществ в хозяйственно значимых элементах биомассы при различных условиях роста и развития, т.е. в естественно меняющихся параметрах возраста, температуры, почвенной и атмосферной влажности, освещенности, уровнях минерального питания.

С экономической точки зрения для долгосрочного прогнозирования промышленного производства необходима оценка потенциального выхода целевых веществ (экдистероидов) как с единицы массы сырья, так и возделываемой площади [84]. Величина материального баланса экдистероидов на площади агропопуляции может зависеть как от возраста растений в онтогенезе, так и условий среды обитания – типа почвы, характеристик водно-воздушного режима. Изменение баланса в положительную сторону будет свидетельствовать об оптимальных условиях возделывания, при этом концентрация экдистероидов в растениях до определенной, генетически обусловленной величины будет повышаться, а прогноз продуцирования – оставаться стабильным. Отрицательный баланс будет связан с проблемами культивирования (водно-воздушный режим, возраст, сроки и частоты отчуждения и т.д.).

2.6. Поражаемость насекомыми-фитофагами

Также, успешное внедрение новых для экдистероид содержащих видов в производственную практику в немалой мере зависит от способности последних противостоять к атакам насекомых-фитофагов. Известна существенная роль зооэкдистероидов (экдизонов) для развития членистоногих. Периодические линьки и метаморфозы вызваны пиками экдистероидов, синтезируемых в проторакальных железах под воздействием мозговых нейропептидов [157]. Идентичность фитоэкдистероидов, синтезируемых растениями, гормону линьки членистоногих позволяет предполагать, что одна из биологических функций повышенной концентрации в отдельных органах растений (на 4-5 порядков относительно гемолимфы насекомых) состоит в защите от вредителей [44, 158-159].

При изучении активности фитоэкдистероидов в лабораторных условиях в качестве деттерентов и регуляторов роста и развития насекомых получены неоднозначные результаты [159-161], а сами методики таких испытаний несовершенны: а) тестировалось небольшое число видов, принадлежащих, главным образом, отряду чешуекрылых (Lepidoptera); б) личинки не имеют альтернативных источников пищи, подобно особям в природной среде; в) не испытывались одновременно разные органы растений с различными уровнями экдистероидами; г) методы воздействия (пропитка кормового рациона химически очищенными экдистероидами, погружение насекомых в водные и спиртовые экстракты, инъекции) не идентичны природным условиям кормления.

Кроме того, не учитывается, что химически изолированные экдистероиды в питательном корме, измельченные листья и экстракты неустойчивы в условиях повышенной влажности и присутствия микрофлоры [162-164], в ультрафиолетовом спектре освещения [165] и могут инактивироваться за короткий промежуток времени. Это могло стать одной из причин тому, что эффективное реппелентное действие фитоэкдистероидов *S. coronata* проявлялось при очень высоких концентрациях – 0.3-0.7 % [159], а физиологическое действие более низких доз, наоборот, способствовало выживаемости, росту и развития личинок, названной биостимулирующим [6] или адаптогенным влиянием [166].

В связи с этим возникает необходимость выявить резистентность агропопуляций к фитофагам в зависимости от возраста и концентрации фитоэкдистероидов; установить связи между распределением экдистероидов в структуре растения и экологическими взаимоотношениями с фитофагами; установить факторы, защищающие, или наоборот, способствующие поражению видов вредителями; оценить ущерб, наносимый вредителями.

2.7. Экологические межвидовые взаимоотношения в ценозе

Реальный оптимум организма определяется в ценозе [167], при этом отзывчивость на факторы, дестабилизирующие режим среды, видоспецифична [168]. При длительных наблюдениях (свыше 20 лет) в ботанико-географических экспозициях системы ботанических садов АН СССР *R. carthamoides* показал себя слабоустойчивым растением – жизненное состояние ослаблено, тип онтогенеза чаще ускоренный или (реже) замедленный, годичный цикл развития побеги проходят нерегулярно [104]. В Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН *R. carthamoides* культивируется более 30 лет. Опыт его интродукции показал, что создание многолетней плантации имеет определенные сложности [169].

Критическим моментом в развитии особей *R. carthamoides* являются первые годы жизни, вследствие восприимчивости их к засоренности. Молодые растения неконкурентоспособны в межвидовых взаимоотношениях, разрешенные химические средства (гербициды) для борьбы с сорными растениями отсутствуют. Многократные междурядные обработки, ручные прополки не в состоянии предупредить выпадение особей из ценоза, поэтому вопрос поиска эффективных способов борьбы с сорными растениями весьма актуален [18, 169, 170].

Немалую роль в формировании защитных механизмов устойчивости может играть значение аллелопатического ценозорегулирующего фактора – на основе физиологически активных веществ растительного опада, создающих специфическую биохимическую среду в почвенном пространстве. Известно, что неубранные остатки растений в процессе разложения высвобождают фитотоксичные вещества, сдерживающие рост и развитие других видов [171-173]. Средообразующая активность лекарственных растений высокая, и вызывается она вторичными метаболитами, обуславливающих их биологическую активность [174-175].

Поэтому нужно в более широком плане подойти к изучению роли и степени вовлеченности фитоэкдистероидов в экологические взаимоотношения с компонентами окружающей среды. Следует определить допустимый уровень антропогенных воздействий (агротехнические приемы, начальные сроки и нормы изъятия продукции), не сказывающихся отрицательно на засоренности и продуктивном долголетии культивируемого вида в ценозе. Чтобы предсказать отклик популяции на внешние воздействия, важно выяснить причины возникновения, самоподдержания и разрушения естественных механизмов, обеспечивающих режим оптимального функционирования агросистемы. Для этого необходимо познание жизненной стратегии и реального оптимума существования вида в природе, способа выживания в зависимости от экологических взаимоотношений с другими членами растительного сообщества.

3. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ НОВОГО ЭТАПА ИССЛЕДОВАНИЙ

Создание сырьевой базы экдистероид содержащих растений *R. carthamoides* и *S. coronata*, оптимизированных к воздействию среды и антропогенных нагрузок, является весьма актуальным, в виду высокой востребованности лекарственного сырья как на российском, так и на мировом рынке. В настоящее время возникла необходимость в проведении нового этапа фундаментальных исследований с целью установления жизненной стратегии и реального оптимума существования в природе, эколого-физиологических параметров жизнедеятельности изучаемых видов в условиях крупномасштабного производства.

Назрела потребность в выработке новых подходов, нацеленных не только на сохранение генофонда уникальных своей биологической активностью растений, но и на создание стабильной сырьевой базы для народного хозяйства. Разработка научных основ создания агропопуляций и оптимизации культивирования *R. carthamoides* и *S. coronata* в качестве источников ежегодно возобновляемого лекарственного сырья является комплексной задачей, базирующейся на следующих основных моментах:

А. Законы жизнеобитания в ценозе не адекватны существованию особи на опытной делянке. В пределах агроценоза формируются новые качества, отсутствующие у особей. Необ-

ходимо познание жизненной стратегии и реального оптимума существования вида в природе, способа выживания в зависимости от экологических взаимоотношений с другими компонентами сообщества.

Б. Важно выяснить причины возникновения, самоподдержания и разрушения естественных механизмов, обеспечивающих режимы оптимального функционирования агропопуляции. Следует определить допустимый уровень антропогенных воздействий (агротехнические приемы, начальные сроки и нормы изъятия продукции), не сказывающихся отрицательно на продуктивном долголетии культивируемого вида в реальных условиях ценоза.

С. Для производства растительного сырья как источника экдистероидов необходимо знание динамики их содержания в отдельных органах растений, а также структуры и массовой доли различных элементов биомассы по возрастным периодам онтогенеза. Нужно определить оптимальные сроки заготовки лекарственного сырья, оценить теоретический и практически доступный потенциал по выходу экдистероидов как с весовой единицы сырья, так и с единицы возделываемой площади.

Д. Нужно в более широком плане подойти к изучению роли и степени вовлеченности фитоэкдистероидов в биохимические и экологические взаимоотношения с компонентами окружающей среды. Необходимо выявить резистентность агропопуляций к фитофагам в зависимости от возраста и концентрации фитоэкдистероидов; установить связи между распределением экдистероидов в структуре растения и экологическими взаимоотношениями с фитофагами; установить факторы, защищающие, или наоборот, способствующие поражению видов вредителями; оценить ущерб, наносимый вредителями.

Е. Исходя из полученных результатов, нужно выработать агротехнические методы и приемы, способствующие продуктивному долголетию и биосинтезу высоких уровней экдистероидов в биомассе. Определить режимы хозяйственного использования (нормы антропогенных и природных воздействий), не влияющих отрицательно на экологическую устойчивость, целостность, замкнутость моноэдификаторных агросистем и продуктивное долголетие культивируемых видов в онтогенезе.

Таким образом, можно выделить следующие направления актуальных задач нового этапа научных изысканий экдистероид содержащих растений *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и *Serratula coronata* L.:

1. Онтогенез и продуктивное долголетие

– изучение длительности и особенностей полного онтогенеза в условиях различных природных зон и почв;

– выявление факторов, влияющих на потенциал долголетия видов в агропопуляциях (сроки посева, водно-воздушный режим в корнеобитаемой зоне, сроки укоса, засоренность, возраст);

– установление оптимальной плотности особей в ценозе.

2. Продуктивность

– изучение видовых и биологических особенностей накопления биомассы в онтогенезе;

– исследование почвенно-экологических факторов, влияющих на величину продуктивности надземных и подземных органов особей;

– установление потенциала и реальной биопродуктивности агропопуляций, культивируемых в различных почвенных условиях.

3. Структура и качество биомассы

– изучение динамики содержания экдистероидов и стабильность их продуцирования в пределах различных органов растений в онтогенезе и течение вегетационного периода;

– установление строения и вклада различных типов побегов в структуру биомассы;

– выявление значимости и изменчивости элементов с высоким уровнем концентрации экдистероидов по возрастным состояниям жизненного цикла, сезонным фазам развития;

– определение оптимальных сроков заготовки лекарственного сырья, сравнительного расчетного выхода разных видов с единицы массы и площади.

4. Экологическая устойчивость

– оценка резистентности видов к повреждению насекомыми-фитофагами;

– выявление факторов, способствующих или наоборот, защищающих растения от поражения вредителями;

– исследование межвидовых аллелопатических взаимоотношений с сорными растениями;

– определение режимов функционирования при хозяйственном использовании, не влияющих отрицательно на экологическую устойчивость, целостность, замкнутость моноэдификаторных агросистем и продуктивное долголетие культивируемых видов в онтогенезе.

5. Теоретическое обоснование и практическая реализация

– на основе выявленных закономерностей разработать теоретическое обоснование жизнедеятельности, оптимизации культивирования видов в искусственном ценозе;

– выработать комплекс практических рекомендаций по созданию и промышленной эксплуатации в различных природно-климатических условиях;

– главным практическим итогом реализации проекта должно являться создание эксплуатируемых агропопуляций в различных регионах Российской Федерации, оптимизированных к воздействию среды и антропогенных нагрузок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успешное внедрение в производственную практику является завершающим этапом интродукционного изучения нетрадиционных и редких растений. Существующий высокий спрос на мировом рынке, разработка биохимических технологий по выделению и очистке действующих веществ, освоение на ряде предприятий выпуска коммерческих форм фармпрепаратов из растительного сырья диктует необходимость возделывания экдистероид содержащих растений в промышленных масштабах.

К сожалению, попытки внедрения результатов первых этапов исследований *R. carthamoides* и *S. coronata* в производственную практику не увенчались успехом – в России и за рубежом отсутствуют крупные промышленные плантации этих ценных лекарственных растений. Несоответствие реальных условий произрастания растений в агроценозе условиям мелкоделяночных опытов, служащих основой для разработки индустриальных технологий возделывания явилось одной из главнейших причин отрицательных результатов внедрения в практику лекарственного растениеводства. Предыдущие этапы изысканий были ориентированы на отдельные аспекты жизнедеятельности видов и не отражали факторов экологического воздействия среды, антропогенного влияния и внутривидовых закономерностей в прохождении онтогенеза.

Организация освоения на уровне агропопуляций значительно более сложная задача и требует более широкого учета всего комплекса воздействующих факторов, чем при первичном изучении в коллекционных питомниках. Как показывает многолетняя практика интродукционных работ по *R. carthamoides,* определение соотношения потенциальной продуктивности с экологической устойчивостью или познание адаптивного потенциала является важнейшей задачей изучения экдистероид содержащих растений. В связи с последними привлечениями в научные изыскания новых видов-продуцентов фитоэкдистероидов из родов *Serratula, Lychnis, Silene, Ajuga* и т.д, возникают проблемы для решения такого же характера, что и с *R. carthamoides*, наиболее изученного представителя этой группы.

Необходимо проведение нового этапа комплексных исследований по познанию процессов, лежащих в основе стабильного существования агросистем экдистероид содержащих растений и используемых в качестве возобновляемых источников лекарственного сырья: потенциал долголетия, биопродуктивность в онтогенезе, факторы экологической устойчивости,

антифидантная, аллелопатическая и ценозорегуляторная активность, резистентность к фитофагам, структура и значимые элементы биомассы в качестве источников лекарственного сырья и т.д. Выявление потенциала продуктивного долголетия и механизмов экологической устойчивости будет способствовать выработке научно обоснованных принципов их возделывания, адаптированных к воздействию среды и человека.

В целом решение поставленных задач должно базироваться на комплексном эколого-биохимическом подходе к функционированию особей изучаемых видов в агросистеме как единой ценопопуляции, вступающей в межвидовые взаимоотношения при участии продуцируемых им химических метаболитов. Реальное осуществление проекта имеет множество прикладных направлений, которые должны решаться в тесном сотрудничестве представителей научных лабораторий и практических специалистов различного профиля.

Список литературы

1. *Pis J., Budesinsky M., Vokac K., Laudova V., Harmatha J.,* **1994.** Ecdysteroids from the roots of *Leuzea carthamoides.* Phytochemistry, 37(3), 707-713.

2. *Володин В.В.,* **1999**. Экдистероиды в интактных растениях и клеточных культурах: Автореф. дис. док....биол. наук. М., Институт физиологии растений К.А. Тимирязева РАН, 49 с.

3. *Балтаев У.А.,* **2000.** Фитоэкдистероиды – структура, источники и пути биосинтеза в растениях. Биоорганическая химия, 26(12), 892-925.

4. *Vokac K., Budesinsky M., Harmatha J.,* **2002.** Minor ecdysteroid components of *Leuzea carthamoides.* Collect Czech Chem Commun., 67(1), 124–139.

5. *Harmatha J., Budesinsky M., Vokac K.,* **2002.** Photochemical transformation of 20-hydroxyecdysone: production of monomeric and dimeric ecdysteroid analogues. Steroids, 67, 127-135.

6. *Kholodova Yu.D.,* **2001.** Phytoecdysteroids: biological effects, application in agriculture and complementary medicine. Ukrainskii Biokhimicheskii Zhurnal, 73, 21-29.

7. *Odinokov V.N, Galyautdinov I.V., Nedopekin D.V., Khalilov L.M., Shashkov A.S., Kachala V.V., Dinan L., Lafont R.,* **2002.** Phytoecdysteroids from the juice of *Serratula coronata* L. (Asteraceae). Insect Biochemistry and Molecular Biology, 32(2), 161-165.

8. *Dinan L.,* **2003.** Ecdysteroid structure-activity relationships. Studies in Natural Products Chemistry, 29, 3-71.

9. *Машковский М.Д.,* **1993.** Лекарственные средства. В 2-х частях; Часть 1. М.: Медицина, 736 с.

10. *Ивановский А.А.,* **2000.** Влияние Биоинфузина на некоторые показатели иммунитета. Ветеринария, 9, 43-46.

11. *Тимофеев Н.П.,* **2001а.** Левзея сафлоровидная: Проблемы интродукции и перспективы использования в качестве биологически активных добавок // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. научн. трудов. Вып. 5. М., РАЕН, с . 108-134.

12. *Зайнуллин В.Г., Мишуров В.П., Пунегов В.В., Старобор Н.А., Башлыкова Л.А., Бабкина Н.Ю.,* **2003.** Биологическая эффективность двух кормовых добавок, содержащих экдистероиды *Serratula coronata* L. Растительные ресурсы, 39(2), 95-103.

13. *Rossant J., McMahon A.,* **1999.** Meeting review "Cre"-ating mouse mutants a meeting review on conditional mouse genetics. Genes & development, 13(2), 142-145.

14. *Saez E., Nelson M. C., Eshelman B., Banayo E., Koder A., Cho G. J., Evans M.,* **2000.** Identification of ligands and coligands for the ecdysone-regulated gene switch. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 97, 14512-14517.

15. *Wang S., Ayer S., Segraves W.A, Williams D.R, Raikhel A.S.,* **2000.** Molecular determinants of differential ligand sensitivities of insect ecdysteroid receptors. Mol. Cell. Biol., 20, 3870-3879.

16. *Jepson I., Martinez A., Greenland A. J.,* **2002.** Gene switch. US Patent 6,379,945.

17. *Lafont R., Dinan L.,* **2003.** Practical uses for ecdysteroids in mammals including humans: an update. Journal of Insect Science, 3(7), 30 pp.

18. *Кушке Э.Э., Алешкина Я.А.,* **1955.** Левзея сафлоровидная. М.: Медгиз, 11 с.

19. *Саратиков А.С., Краснов Е.А., Шадрина Г.Д., Зотова М.И., Нехода М.Ф, Аксенова Р.А., Алексеева Л.П.,* **1970.** Химико-фармакологическое исследование корней левзеи сафлоровидной // Известия Сибирского отделения Академии наук СССР. Серия биологических наук; вып. 2. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 10, 88-95.

20. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Т. 7. Сем. Asteraceae, **1993.** СПб.: Наука, с. 161-163.

21. *Соколов С.Я.,* **2000.** Фитотерапия и фитофармакология: Руководство для врачей. М.: Медицинское информационное агентство, 976 с.

22. Лекарства и БАД в спорте: Практическое руководство для спортивных врачей, тренеров и спортсменов (Под общей ред. Сейфулла Р.Д. и Орджоникидзе З.Г.), **2003.** М.: Литтерра, 320 с.

23. *Meybeck A., Bonte F., Redziniak G.,* **1997.** Use of an ecdysteroid for the preparation of cosmetic or dermatological compositions intended, in particular, for strengthening the water barrier function of the skin or for the preparation of a skin cell culture medium, as well as to the compositions. US Patent 5,609,873.

24. *Дармограй В.Н., Петров В.К., Ухов Ю.И.,* **2000.** Теоретическое и клиническое обоснование концептуальной модели механизма действия фитоэкдистероидов // Биохимия на рубеже XXI века. Межрег. сб. науч. тр. Рязань, с. 489-492.

25. *Мирзаев Ю.Р., Сыров В.Н.,* **1992.** Влияние фитоэкдистероидов на половую активность крыс-самцов. Доклады АН УзССР, 3, 47-49.

26. *Kibrik N.D., Reshetnyak J.A.,* **1996.** Therapeutical approaches to sexual disadaption // European Neuropsychopharmacology, 6(S.40), 1004, 167.

27. *Яковлев Г.М., Новиков В.С., Хавинсон В.Х.,* **1990.** Резистентность, стресс, регуляция. Л.: Наука, 238 с.

28. *Сейфулла Р.Д.,* **1999.** Спортивная фармакология. М.: Спорт-Фарма Пресс, 120 с.

29. Растения в медицине (Составители: Волынский Б.Г. и др.), **1983.** Саратов, Изд-во СГУ, 440 с.

30. *Шаин С.С., Терехин А.А.,* **2002.** Растения против стрессов. М.: Оверлей, 160 с.

31. *Пчеленко Л.Д., Метелкина Л.Г., Володина С.О.,* **2002.** Адаптогенный эффект экдистероид содержащей фракции *Serratula coronata* L. Химия растительного сырья, 1, 69-80.

32. *Плотников М.Б., Алиев О.И., Васильев А.С., Маслов М.Ю., Дмитрук С.Е., Краснов Е.А.,* **2001.** Влияние экстракта левзеи сафлоровидной на реологические свойства крови у крыс с артериальной гипертензией. Экспериментальная и клиническая фармакология, 64(6), 45-47.

33. *Пивоварова А.С., Лесиовская Е.Е.,* **2003.** Исследование взаимодействия комбинаций препаратов лекарственных растений тонизирующего действия. Растительные ресурсы, 39(3), 94-101.

34. *Бродова М.С., Дубинская В.А., Дороничева Н.Б., Минеева М.Ф., Колхир В.К.,* **2004.** Оценка биологической активности растительных средств ферментными биотест-системами. Фармация, 1, 42-44.

35. *Брехман И.И.,* **1957.** Женьшень. Л.: Наука, 287 с.

36. *Bucci L.R.,* **2000.** Selected herbals and human exercise performance. American Journal of Clinical Nutrition, 72(2), 624-636.

37. *Кропотов А.В., Лисаковская О.В., Хотимченко Ю.С.,* **2001.** Сезонные особенности влияния адаптогенов на половое поведение экспериментальных животных. Экспериментальная и клиническая фармакология, 6, 60-62.

38. *Гуркин В.А., Докучаева Г.Н.,* **2003.** Биологически активные добавки. Справочник. СПб., Изд-во “Диля”, 416 с.

39. *Alexander G., Panossian Ph.D.,* **2003.** Adaptogens: Tonic Herbs for Fatigue and Stress. Alternative & Complementary Therapies, 9(6), 327-331.

40. *Bandara B.M.R., Jayasinghe L., Karunaratne V., Wannigama G.P., Bokel M., Kraus W., Sotheeswaran S.,* **1989.** Ecdysterone from stem of *Diploclisia glaucescens.* Phytochemistry, 28(4), 1073-1075.

41. *Лафон Р.,* **1998.** Фитоэкдистероиды и мировая флора: Разнообразие, распространение, биосинтез и эволюция. Физиология растений, 3, 326-346.

42. *Dinan L., Savchenko T., Whiting P.,* **2001a.** On the distribution of phytoecdysteroids in plants. Celluar and Molecular Life Sci., 58(8), 1121-1132.

43. *Volodin V., Chadin I., Whiting P., Dinan L.,* **2002.** Screening plants of European North-East Russia for ecdysteroids. Biochemical Systematics and Ecology, 30(6), 525-578.

44. *Чадин И.Ф., Колегова Н.А., Володин В.В.,* **2003.** Распределение 20-гидроксиэкдизона в генеративных растениях *Serratula coronata* L. Сибирский экологический журнал, 1, 49-53.

45. *Тимофеев Н.П.,* **2004.** Исследования по экдистероидам: Использование в медицине, Интернет-ресурсы, источники и биологическая активность. Биомедицинская химия, 50(1), 133-152.

46. *Тимофеев Н.П.,* **2003.** Промышленные источники получения экдистероидов. Часть I. Ponasterone и muristerone // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. науч. трудов. Вып. 9. М., РАЕН, с. 64-86.

47. *Чадин И.Ф.,* **2001.** Экдистероид содержащие растения европейского Северо-Востока России: Автореф. дис...канд. биол. наук. Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 25 с.

48. *Zibareva L., Volodin V., Saatov Z., Savchenko T., Whiting P., Lafont R., Dinan L.,* **2004.** Distribution of phytoecdysteroids in the Caryophyllaceae. Phytochemistry, 64(2), 499-517.

49. *Ахмед І., Возіян П.А., Кляшторна Г.В., Міладера К., Холодова Ю.Д.,* **1990.** *Serratula tinctoria* L. і *S. wolffii* Andrae перспективні джерела біологічно активних фітоекдистероідів. Украинский ботанический журнал, 47(4), 81-83.

50. *Харина Т.Г.,* **1990.** Эколого-биологические особенности серпухи венценосной в связи с интродукцией в Западной Сибири: Автореф. дис…канд. биол. наук. Новосибирск, 15 с.

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

52. *Постников Б.А.,* **2003.** Видовой состав и ресурсные запасы стеринсодержащего сырья Сибири – нового компонента кормовых добавок, премиксов и лечебных препаратов // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. науч. трудов. Вып. 9. – М., РАЕН, 2003. – С. 87-103.

53. *Головко Т.К., Гармаш Е.В., Куренкова С.В., Табаленкова Г.Н., Фролов Ю.М.,* **1996b.** Рапонтик сафлоровидный в культуре на Европейском Севере-Востоке (эколого-физиологические исследования). Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 140 с.

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

55. *Тимофеев Н.П.,* **2000.** Биологические основы введения в культуру *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin в подзоне средней тайги европейского Северо-Востока России: Автореф. дис. канд...биол. наук. Сыктывкар, 27 с.

56. Введение в культуру и сохранение на Севере коллекций полезных растений. Отв. ред. Мишуров В.П. **2001.** Екатеринбург: УрО РАН, 232 с.

57. *Тимофеев Н.П., Володин В.В., Фролов Ю.М.,* **1998.** Распределение 20-гидроксиэкдизона в структуре биомассы надземной части *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin. Растительные ресурсы, 34(3), 63-69.

58. *Ануфриева Э.Н., Володин В.В., Носов А.М., Гарсиа М., Лафон Р.,* **1998.** Состав и содержание экдистероидов в растениях и культуре ткани *Serratula coronata*. Физиология растений, 3, 382-389.

59. *Bathori M., Mathe I., Guttman A.,* **1998.** Determination of 20-hydroxyecdysone content by thin-layer chromatography and micellar electrokinetic chromatography. Chromatographia, 48(1-2), 145-148.

60. *Bathori M., Kalasz H., Csikkelne S.A., Mathe I.,* **1999.** Components of *Serratula* species; screening for ecdysteroid and inorganic constituents of some *Serratula* plants. Acta Pharm Hung., 69(2), 72-76.

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

62. *Скупченко Л.А., Рубан Г.А.,* **1997.** Обогащение культурной флоры новыми видами кормовых растений // Междунар. конф. "Финно-угорский мир: состояние природы и региональная стратегия защиты окружающей среды". Сыктывкар, с. 159-160.

63. Государственная фармакопея СССР. Издание IX, X, XI (в 2-х т.), **1961; 1968; 1987; 1990.** М.: Медицина.

64. Государственный реестр лекарственных средств (Лекарственные растения и сырье), **1995; 1998.** М.: Медицина, с. 353.

65. Регистр лекарственных средств России, **1993.** М.: ИНФАРМХИМ, 1006 с.

66. Регистр лекарственных средств России. Дополнение, **1994.** М.: ИНФАРМХИМ, 496 с.

67. Регистр лекарственных средств России 1997/98, **1997.** М.: Ремако, 880 с.

68. Постановление № 03 Алтайского краевого Законодательного Собрания “О Красной книге Алтайского края”, **1998.** Барнаул. Январь 21.

69. *Dittrich M.,* **1977.** Cynareae: Systematic review. In: Heywood V.H., Harborne J.B., Turner B.L., eds. The biology and chemistry of the Compositae. London, New York, San Francisco: Academic Press, pp. 999-1015.

70. *Черепанов С.К.,* **1995.** Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Наука, 992 с.

71. Флора Сибири. Т. 13: Asteraceae (Compositae) / В 14 т., **1997.** Новосибирск: Наука, Сибирское предприятие РАН, 472 с.

72. *Положий А.В., Некратова Н.А.,* **1986.** Рапонтик сафлоровидный – *Rhaponticum carthamoides* (Willd) Iljin // Биологические особенности растений, нуждающихся в охране. Новосибирск, с. 198-226.

73. *Opletal L., Sovova M., Dittrich M., Solich P., Dvorak J., Kratky F., Cerovsky J., Hofbauer J.,* **1997.** Phytotherapeutic aspects of diseases of the circulatory system. 6. *Leuzea carthamoides* (Willd.) DC: The status of research and possible use of the taxon [Review]. Ceska a Slovenska Farmacie, 46(6), 247-55.

74. *Greuter, W.,* **2003.** The Euro+Med treatment of Cynareae (Compositae) – generic concepts and required new names [Notulae ad floram euro-mediterraneam pertinentes]. Willdenowia, 33(3), 49-61.

75. *Белоусова Л.С., Денисова Л.В., Никитина С.В.,* **1979.** Редкие растения СССР. М.: Лесная промышленность, 216 с.

76. *Соболевская К.А.,* **1991.** Интродукция растений в Сибири. Новосибирск: Наука, 184 с.

77. Красная книга: Дикорастущие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране, **1975**. Л.: Наука, 204 с.

78. Сорта кормовых культур селекции СибНИИ кормов и Ужурской СХОС (Кормовые травы, зерновые, зернобобовые культуры, рапс, левзея): Каталог, **1999.** Новосибирск, Сиб. НИИ кормов, 39 с.

79. *Постников Б.А.,* **1965.** Итоги полувекового изучения и практического использования маральего корня в России и в сопредельных государствах. Аграрная Россия, 6, 5-20.

80. *Gu S.Y-G.; Han Y-Y.; Woo J-H.; Seong Y-C.; Choi K-B.; Cho B-S.,* **1997.** Effect of pinching and shaded treatments on flowering and growth in *Serratula coronata* var. insularis. RDA J. Hortic. Sc., 39(2), 80-85.

81. *Guo D., Lou Z.,* **1992.** Textual study of Chinese drug loulu. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi, 17(10), 579-581.

82. *Ганиев Ш.Г.,* **1980.** Экдизонсодержащие растения родов *Serratula* L., *Rhaponticum* Ludw. Узбекистана и прилегающих районов: Автореф. дис...канд. биол. наук. Ташкент, Ташкентский ун-т им. В.И. Ленина, 28 с.

83. *Уткин Л.А.,* **1931.** Народные лекарственные растения Сибири. Труды НИХФИ. Вып. 24. М., 133 с.

84. *Сацыперова И.Ф., Рабинович А.М.,* **1990.** Проект общесоюзной программы исследований по интродукции лекарственных растений. Растительные ресурсы, 26(4), 587-597.

85. Рапонтик сафлоровидный: Перспективы изучения и хозяйственного использования. Научно-исследовательская программа., **1992.** Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 16 с.

86. *Вавилов П.П., Моисеев К.А.,* **1966.** Новые силосные растения и их значение в создании кормовой базы животноводства // Новые силосные растения. Мат-лы III Всесоюзн. симп.. Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, с. 15-26.

87. *Некратова Н.А.,* **1998.** Эколого-биологические особенности лекарственных растений как основа эксплуатации их природных популяций // Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI веков. Тезисы докладов, предъявленных II (X) съезду Русского ботанического общества; Т. 1. СПб: Ботанический институт РАН, 347-348.

88. *Мишуров В.П., Тимофеев Н.П.,* **1999.** Актуальные задачи по созданию, культивированию и использованию сырьевой базы экдистероид содержащих растений // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, с. 121-123.

89. *Головко Т.К., Фролов Ю.М., Володин В.В.,* **1996а.** Эколого-биологические принципы изучения растений – продуцентов биологически активных веществ // Тез. Междунар. совещ. по фитоэкдистероидам. Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 65-67.

90. Workshop on phytoecdysteroids, **1996.** Programme and abstracts. Editors Volodin V.V., Kovler L.A. Syktyvkar, Komi Sci Centre, Ural Division RAS, 140 pp.

91. *Мишуров В.П., Рубан Г.А., Скупченко Л.А.,* **2001.** Результаты интродукции рапонтика сафлоровидного в подзону средней тайги Республики Коми // Экологический вестник Чувашской Республики. Чебоксары, 23, 42-46.

92. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства Butomaceae-Typhaceae, **1994.** – СПб: Наука, 271 с.

93. *Куракина И.О., Булаев В.М.,* **1990.** Экдистен – тонизирующее средство в таблетках по 0,005 г. Новые лекарственные препараты, 6, 16-18.

94. Здравоохранение и фарминдустрия России. Справочник (адреса, продукция, услуги), **1994.** М.: ИНФАРМХИМ, 445 с.

95. *Мишуров В.П.,* **1993.** Интродукция горца Вейриха на Севере. СПб.: Наука, 144 с.

96. *Мухина Н.А., Шутова З.П., Кириллов Ю.И.,* **1980.** Кормовая база Нечерноземья. Л.: Колос, 248 с.

97. *Косторной В.Ф.* **1989.** Нетрадиционные кормовые культуры: Дополнительные резервы. Кормовые культуры, 2, 31-34.

98. *Постников Б.А.,* **1989.** Маралий корень. Кормовые культуры, 2, 34-35.

99. *Попов Н.Б.,* **1990.** Рапонтик сафлоровидный – ценный биостимулятор // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, с. 152-154.

100. *Шуткин А.Т.,* **1993.** Перспективные кормовые культуры на рекультивированных торфяниках // Научные труды Кировской лугоболотной опытной станции. Киров, с. 86-92.

101. *Регистр РАУ-ПРЕСС,* **1991.** М.: Информационное агентство «РАУ-ПРЕСС», 1744 с.

102. Фармацевтическое производство России, **1998.** СПб.: ФАРОС, 946 с.

103. *Черник В.Ф.,* **1983.** Биологические особенности развития семян травянистых интродуцентов: Автореф. дис…канд. биол. наук. М., 22 с.

104. *Трулевич Н.В.,* **1991.** Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука, 216 с.

105. *Тимофеев Н.П.,* **1997а.** Устойчивость *Rhaponticum carthamoides* в агроценозе // Интродукция растений на Европейском Северо-Востоке (Тр. Коми науч. центра УрО Российской АН; № 150). Сыктывкар, с. 103-109.

106. *Мишуров В.П., Рубан Г.А., Скупченко Л.А.,* **1997.** Биологические особенности и оптимальные нормы посева серпухи венценосной в Республике Коми // Мат-лы II Междунар. симп. “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”; Т.5. Пущино, РАСХН, с. 761-762.

107. *Моисеев К.А., Вавилов П.П., Болотова В.С., Космортов В.А.,* **1963.** Новые перспективные силосные растения в Коми АССР. Сыктывкар, 240 с.

108. *Постников Б.А.,* **1969.** Маралий корень и перспективы его использования в народном хозяйстве. Растительные ресурсы, 5(2), 247-254.

109. *Мишуров В.П., Портнягина Н.В., Рубан Г.А.,* **1995.** Интродукция серпухи венценосной на Севере // Интродукция растений на европейском Северо-Востоке (Тр. Коми НЦ УрО РАН, № 140). Сыктывкар, с. 91-100.

110. Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических садах и других интродукционных центрах страны, **1983.** М.: Наука, с. 40.

111. *Холопцева Н.П., Михкиев А.И.,* **1993.** Введение в культуру маральего корня в Карелии. Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 23 с.

112. *Султангазина Г.Ж., Мынбаева Р.О., Аденов С.М.,* **1998.** Особенности онтогенеза левзеи сафлоровидной в условиях Центрального Казахстана // Растительные ресурсы и биотехнология в агропромышленном комплексе. Владикавказ, Эра, с.18-19.

113. *Анищенко Е.А.,* **1977.** Морфогенез *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin. Растительные ресурсы, 13(3), 485-491.

114. *Вавилов П.П.,* **1964.** Проблема растениеводства в Коми АССР (вопросы биологии, интродукции, агротехники). Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 79 с.

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

116. *Флоря В.Н.,* **1990.** Биологические основы интродукции растений в ССР Молдова: Автореф. дис…докт. биол. наук. Кишинев, 39 с.

117. *Свиридова Т.П.,* **1993.** Семенная продуктивность и качество семян двух видов рода *Rhaponticum,* выращиваемых на юге Томской области // Мат-лы VII Всерос. симп. по новым кормовым растениям. Сыктывкар, с. 142-143.

118. *Кшникаткина А.Н., Гущина В.А., Пенкина Е.Н.,* **1998.** Влияние биопрепаратов ассоциативной группы на продуктивность рапонтика сафлоровидного *(Rhaponticum carthamoides)* // Мат-лы Всерос. науч.-практич. конф. «Интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений», Т.4. Пенза, с. 24-27.

119. *Селиванова О.К.,* **1979.** Биологические особенности и изменчивость морфологических признаков *Rhaponticum carthamoides* (Wild.) Iljin, выращиваемого в Карелии. Растительные ресурсы, 15(2), 177-183.

120. *Некратова Н.А.,* **1995.** Заметки об изменчивости *Rhaponticum carthamoides* (Asteraceae) и *Poligonum bistorta* (Polygonaceae) в Алтае-Саянской горной области. Ботанический журнал, 80(11), 77-84.

121. *Куренкова С.В., Табаленкова Г.Н.,* **2000.** Продуктивность и химический состав *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin, выращиваемого в Республике Коми. Растительные ресурсы, 36(2), 14-23.

122. *Синицина В.Г.,* **1988.** Продуктивность рапонтикума сафлоровидного в некоторых фитоценозах хр. Азатау // Актуальные вопросы ботаники в СССР. Алма-Ата: Наука, с. 301-302.

123. *Skiba A., Weglard Z.,* **1999.** Accumulation of the biomass and some polyphenolic compounds in *R. carthamoides* (Willd.) Iljin. Horticulture Landscape Architecture, 20, 19-25.

124. *Игитова Н.С.,* **1989.** Влияние сроков и норм посева на урожайность абсолютно сухой массы маральего корня // Приемы интенсификации кормопроизводства в Нечерноземье Урала. Пермь, с. 35-39.

125. *Савиновская Н.С.,* **2003.** 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, с. 154-161.

126. *Тимофеев Н.П.,* **2005.** Продуктивность промышленных плантаций лекарственных растений *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и *Serratula coronata* L. на европейском Севере России // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. науч. трудов. Вып. 14. М., РАЕН, 2005 (в печати).

127. *Некратова Н.А.,* **1992.** Изучение ценокомплексов дикорастущих сырьевых растений как одна из задач ботанического ресурсоведения [на примере *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin]. Растительные ресурсы, 1992, 28(2), 1-13.

128. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР., **1986.** Маралий корень (левзея сафлоровидная, рапонтикум сафлоровидный, большеголовник сафлоровидный) – *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin / *Leuzea carthamoides* DC. М.: Медгиз, с. 263.

129. *Триль В.М., Паршутин Ф.В.,* **1987.** Запасы сырья *Poligonum Distorta* L. и *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin в Кузнецком Алатау (Кемеровская область). Растительные ресурсы, 23(3), 374-381.

130. *Ларин Л.Г.,* **1982.** Агрометеорологическое обоснование возделывания рапонтика сафлоровидного в Нечерноземной зоне РСФСР: Автореф. дис... канд. геогр. наук. М.: Гидрометеорологический НИ центр СССР, 26 с.

131. *Платунов А.А., Килеева Т.Ф.,* **1988.** Продуктивность интенсивных кормовых культур на легких почвах в зависимости от способов их обработки и заделки органических удобрений // Совершенствование агротехники зерновых и кормовых культур. Пермь, Пермский СХИ, с. 10-14.

132. *Ефименко Н.А., Давыдова Е., Казачек Н.,* **1986.** Влияние сроков укоса на урожайность маральего корня. Интенсификация кормопроизводства на Северо-Западе РСФСР. Л.: Колос, с. 46-49

133. Методические указания по селекции многолетних трав: Фенологические наблюдения. Оценка селекционного материала (структура урожая), **1985.** М.; ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, с. 90-103.

134. *Гродзинский А.М.,* **1961.** Методологические проблемы изучения аллелопатии // Аллелопатия растений и почвоутомление. Избранные труды. Киев: Наукова Думка, с. 369-374.

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

136. *Adler J.H, Grebenok R.J.,* **1995.** Biosynthesis and distribution of insect-molting hormones in plants – a review. Lipids, 30, 257-262.

137. *Тимофеев Н.П.,* **2001b.** Накопление и сохранность 20-гидроксиэкдизона в лекарственном сырье левзеи // Актуальные проблемы инноваций в создании фитопродуктов на основе нетрадиционных растительных ресурсов и их использование в фототерапии. – М., РАЕН, с. 55-56.

138. *Абубакиров Н.К.,* **1975.** Экдистероиды – гормоны линьки насекомых. Химия и жизнь, 11, 57-62.

139. *Маматханов А.У., Шамсутдинов М.-Р., Шакиров Т.Т.,* **1980.** Выделение экдистерона из корней *Rhaponticum carthamoides.* Химия природных соединений, 5, 528-529.

140. *Володин В.В., Мишуров В.П., Колегова Н.А., Тюкавин Ю.А., Портнягина Н.В., Постников Б.А.,* **1993.** Экдистероиды растений семейства Asteraceae (Научные доклады. Вып. 319). Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 20 с.

141. *Орлова И.В., Носов А.М., Лукша В.Г., Володин В.В.,* **1994.** Синтез экдистероидов в растениях, культурах клеток *Rhaponticum carthamoides* Willd. (Iljin). Физиология растений, 41(6), 907-912.

142. *Stech J., Cmolikova R., Opletal L., Sovova M., Krasny O., Bajer J.,* **1995.** Zpusob pripravy extraktu z oddenku s koreny parchy saflorove. Patent 279814, Czechia.

143. *Зарембо Е. В., Соколова Л.И., Горовой П.Г.,* **2001.** Содержание экдистерона в дальневосточных видах родов *Stemmacantha* и *Serratula* (Asteraceae). Растительные ресурсы, 2001, 37(3), 59-64.

144. *Вересковский В.В., Чекалинская И.И., Пашина Г.В.,* **1983.** Динамика содержания экдистерона у видов рода *Rhaponticum* Ludw. Растительные ресурсы, 19(1), 60-65.

145. *Якубова М.Р., Сахарова Н.А.,* **1980.** Динамика содержания экдистерона в подземных органах *Rhaponticum carthamoides* (Willd) Iljin. Растительные ресурсы, 16(1), 98-100.

146. *Нигматуллин А.Р., Нуриев И.Ф., Баширова Р.М., Усманов И.Ю.,* **2001.** Фитохимическая оценка *Rhaponticum carthamoides* (Willd) Iljin в горно-лесной зоне Южного Урала // Итоги биол. исслед.: Ежегодник. Уфа, Башкир. гос. ун-т, 6, 51-54.

147. *Тимофеев Н.П.,* **2002.** Рост и накопление экдистероидов в надземных органах *Rhaponticum carthamoides (*Willd.) Iljin в зависимости от возраста и условий внешней среды // Инновационные технологии и продукты. Сб. научн. трудов. Вып. 6. М., РАЕН, с. 94-107.

148. *Попов В.В., Иванов В.И.,* **1997.** Питательные и стимулирующие свойства рапонтика сафлоровидного // Мат-лы II Междунар. симп. «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования»; Т. 5. Пущино, с. 897-898.

149. *Борейша М.С., Семенов Б.Я., Чекалинская Н.И.,* **1985.** Маралий корень (рапонтикум сафлоровидный). Минск, Ураджай, 40 с.

150. *Dinan L, Harmatha J, Lafont R.,* **2001b.** Chromatographic procedures for the isolation of plant steroids. J Chromatogr A., 935(1-2), 105-23.

151. *Зибарева Л.Н.; Еремина В.И.,* **1996.** Динамика содержания экдистероидов в видах рода *Silene* L., выращиваемых в Сибирском ботаническом саду (г. Томск). Растительные ресурсы, 32(1-2), 106-110.

152. *Meng Y., Whiting P., Zibareva L., Bertho G., Girault J.P., Lafont R., Dinan L.,* **2001.** Identification and quantitative analysis of the phytoecdysteroids in *Silene* species (Caryophyllaceae) by high-performance liquid chromatography. Novel ecdysteroids from *S. pseudotites.* J. Chromatogr. A., 935(1-2), 309-319.

153. *Зибарева Л.Н.,* **2003.** Фитоэкдистероиды растений семейства *Caryophyllaceae:* Автореф. док…хим. наук. Новосибирск, Институт биоорганической химии СО РАН, 31 с.

154. *Тимофеев Н.П.,* **1997b.** Технология и экономика возделывания *Rhaponticum carthamoides* в качестве сырьевого источника 20-гидроксиэкдизона // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования. Сб. трудов. Вып. II; Т. 5. Пущино, РУДН, с. 880-882.

155. *Repcak M., Jurcak S., Oslacka J.,* **1994.** The content of 20-hydroxyecdysone in cultivated population of *Leuzea carthamoides.* Zahradnictvi, 21(1), 45-48.

156. *Шаин С.С.,* **1996.** Экзогенная регуляция накопления биологически активных веществ лекарственными и эфиромасличными растениями как способ формирования максимальной биопродуктивности в онтогенезе. Сельскохозяйственная биология, 3, 68-82.

157. *Smith S.,* **1998.** Small Brain Neuropeptides. Trends in Endocrinology and Metabolism, 9, 301-302.

158. *Дайнен Л.,* **1998.** Стратегия оценки роли фитоэкдистероидов как детеррентов по отношению к беспозвоночным-фитофагам. Физиология растений, 3, 347-359.

159. *Уфимцев К.Г., Ширшова Т.И., Якимчук А.П., Володин В.В.,* **2002.** Гормональное, токсическое и адаптогенное влияние экдистероидов *Serratula coronata* L. на личинок *Ephestia kuhniella* Zell. Растительные ресурсы, 38(2), 29-39.

160. *Ахрем А.А., Ковганко В.В.,* **1989.** Экдистероиды: Химия и биологическая активность. Минск: Наука и техника, 327 с.

161. *Tanaka Y.,* **1995.** The different effects of ecdysone and 20-hydroxyecdysone on the induction of larval ecdysis in the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). Eur. I. Entomol., 1995, 92, 155-160.

162. *Тимофеев Н.П., Володин В.В., Фролов Ю.М.,* **1996.** Некоторые аспекты производства экдистероид содержащего сырья из надземной части *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin // Международное совещание по фитоэкдистероидам. Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, с. 90.

163. *Шаталова Т.А., Оганесян Э.Т., Пшуков Ю.Г.,* **1998.** Способ получения фитоэкдизонов. Патент 2112540, Россия.

164. *Пунегов В.В., Мишуров В.П., Никитина Е.Н.,* **1999.** Способ получения экдистероидов растения рода *Serratula* α-экдизона, β-экдизона и инокостерона. Патент 2138509, Россия.

165. *Ferrari G., Canonica L., Danieli B.,* **1977.** Method for the photostabilization of polyhydroxylated sterols and stabilized biological insecticidal product obtained thereby. US Patent 4,045,555.

166. *Уфимцев К.Г., Ширшова Т.И., Володин В.В.,* **2003.** Действие экдистероидов *Serratula coronata* L. на развитие гусениц хлопковой совки. Растительные ресурсы, 39(4), 134-142.

167. *Работнов Т.А.,* **1983.** Фитоценология. М.: МГУ, 296 с.

168. *Жученко А.А.,* **1995.** Экологическая генетика культурных растений: теория и практика // Сельскохозяйственная биология (серия Биология растений), 3, 4-31.

169. *Мишуров В.П., Скупченко Л.А., Рубан Г.А.,* **1990.** Новые крупнотравные кормовые растения в условиях Севера // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, с. 128-129.

170. *Постников Б.А.,* **1999.** Биотехнологические аспекты создания промышленных плантаций маральего корня // Эколого-популяционный анализ кормовых растений естественной флоры, интродукция и использование. Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, с. 156-157.

171. *Гродзинский А.М.,* **1965.** Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев: Наукова Думка, 200 с.

172. *Rice E.L.,* **1984.** Allelopathy. New York; London: Acad. press, 442 pp.

173. *Матвеев Н.М.,* **1996.** Основные направления и достижения в развитии аллелопатии в СНГ после выхода в свет монографий Г. Грюммера и С.И. Чернобривенко. Успехи современной биологии, 116(1), 37-47.

174. *Юрчак Л.Д., Побирченко Г.А.,* **1989.** Методологические подходы исследования эфиромасличных и лекарственных растений // Методологические проблемы аллелопатии. Киев: Наукова Думка, с. 37-45.

175. *Телитченко М.М., Остроумов С.А.,* **1990.** Введение в проблемы биохимической экологии: Биотехнология, сельское хозяйство, охрана среды. М.: Наука, 288 с.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Информационно-аналитический журнал

ISSN 1680-2721

ISSN 1680-2721
9 771680 272001 >

Химические науки

Биоорганическая химия

Шавырина О.А., Введенская И.В., Живогляд И.Н., Цветкова Е.Е. (Тульский государственный педагогичекий университет им. Л.Н. Толстого)
Химический состав водного экстракта овса 145
Шавырина О.А., Ачабаева А.С., Введенская И.В., Аксенова О.С. (Тульский государственный педагогичекий университет им. Л.Н. Толстого)
Химический состав спиртового экстракта листьев ясеня 147

Биологические науки

Биохимия

Гинс М.С., Гинс В.К. (Всероссийский Научно-исследовательский центр селекции и семеноводства овощных культур Российской академии сельскохозяйственных наук), Романова Е.В., Потапов С.А., Або Хегази С.Р. (Российский университет дружбы народов), Любицкий О.Б., Ильина С.Е. (Российский государственный медицинский университет)
Возможные механизмы антиоксидантной активности растительных экстрактов 148

Экология

Стрижов В.В. (Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук)
Модель управления особо охраняемыми природными территориями 151

Сельскохозяйственные науки

Агрономия

Растениеводство

Тимофеев Н.П. (КХ БИО, г. Коряжма)
Интродукция, промышленное возделывание и экологические проблемы культивирования лекарственных растений *Rhaponticum Carthamoides* (willd.) *Iljin* и *Serratula Coronata L.* (обзор) 157

Медицинские науки

Кардиология

Малашенков А.И., Русанов Н.И., Тараканова О.Н. (Научный Центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Российской академии наук)
Сравнительный анализ результатов хирургического лечения врожденных и приобретенных аневризм восходящей аорты 182

Общественное здоровье и здравоохранение

Горюшкин И.И. (Российский государственный медицинский университет)
Медицина, здоровье и общество: что есть хорошее медицинское обслуживание? (системный подход) 200

Науки о земле

Экономическая, социальная и политическая география

Гуманова А.А (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)
Китайская диаспора в странах Дальнего Зарубежья. От истоков к современности 203