

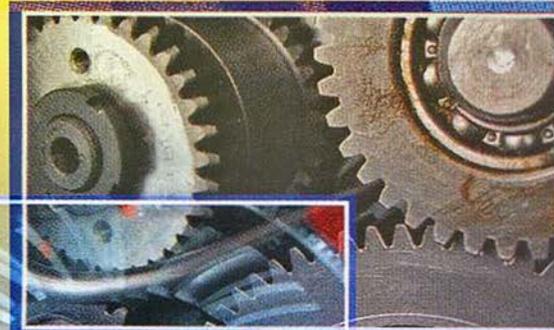
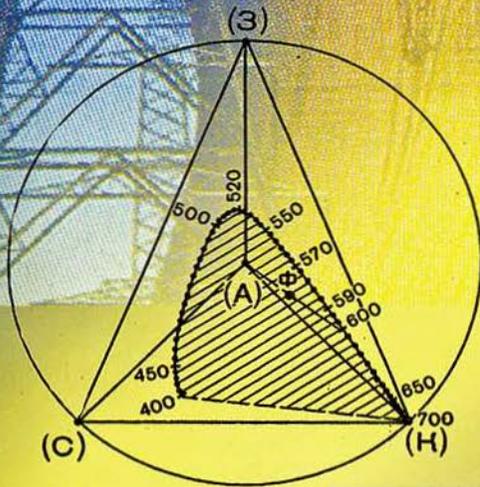
# Естественные

# и

# технические

# науки®

ISSN 1684-2626



ISSN 1684-2626



9 771684 262008 >

**Экология**

**Грамм-Осипова В.Н.** (Дальневосточный государственный университет), **Горелова М.В.** (Приморский региональный природоохранный центр)

*Характеристика влияния промышленных сбросов предприятия ОАО «Торговый порт Посьет» на состояние б. Новгородская залива Посьет (Японское море) по гидрохимическим показателям ..... 113*

**Кобякова Т.С.** (Институт прикладной экологии Севера Российской академии наук)

*Содержание химических элементов в волосах головы жителей экологически неблагоприятной таежной зоны Якутии ..... 115*

**Почвоведение**

**Жукова Л.А., Теплинская Л.Г., Глебова И.В.** (Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова)

*Углеродный состав почв Железногорского и Дмитриевского районов Курской области ..... 120*

**Сельскохозяйственные науки**

**Агрономия**

Мелиорация, рекультивация и охрана земель

**Муталибова Г.К.** (Московский государственный университет природообустройства)

*Переработка технологических отходов и рекультивация нарушенных земель при добыче пиленого камня..... 124*

**Лекарственные и эфирно-масличные культуры**

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

*Экологическая устойчивость агропопуляций экдистероид-содержащих растений *Rhaponticum carthamoides* (WILLD.) Iljin и *Serratula coronata* L. на Европейском Севере..... 126*

**Лесное хозяйство**

Лесоведение и лесоводство, лесные пожары и борьба с ними

**Сопига В.А., Богословская О.А** (Уральский государственный лесотехнический университет)

*Углероддепонирующая емкость насаждений на лесопокрытых площадях УрФО..... 144*

**Сопига В.А., Терехов Г.Г.** (Уральский государственный лесотехнический университет)

*Запас углерода в 20-летних еловых культурфитоценозах на Среднем Урале в связи со способом их выращивания..... 146*

**Медицинские науки**

**Общественное здоровье и здравоохранение**

**Филичкин Б.Е.** (Смоленская государственная медицинская академия)

*К вопросу об оптимизации медицинского обслуживания молодых мужчин, обучающихся в военных и гражданских вузах ..... 148*

**Восстановительная медицина, лечебная физкультура и спортивная медицина, курортология и физиотерапия**

**Белкин З.П.** (Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского)

*Феномен системной аутоэнзимотерапии как объяснение целебных свойств лечебного голодания (гипотеза)..... 151*

**Волков Ю.В.** (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

*Акваплацебо ..... 153*

## Естественные и технические науки, № 4, 2005

### Лекарственные и эфирно-масличные культуры

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

#### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ АГРОПОПУЛЯЦИЙ ЭКДИСТЕРОИД-СОДЕРЖАЩИХ РАСТЕНИЙ RHAPONTICUM CARTHAMOIDES (WILLD.) ILJIN И SERRATULA CORONATA L. НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

##### РЕФЕРАТ

Исследовали потенциал продуктивного долголетия и экологическую устойчивость многолетних лекарственных растений *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и *Serratula coronata* L. в условиях юго-востока Архангельской области, входящей в подзону средней тайги Европейской таежной провинции. Изучали 10 агропопуляций на 4-х окультуренных почвенных разновидностях природной зоны (1989-2003 гг.), каждая на площади от 0.6 до 2.8 га.

В результате исследований установлены сравнительные особенности развития видов в онтогенезе, популяционные параметры плотности, выживаемости, уточненные нормы посева, а также факторы экологической устойчивости в ценозе. Исходя из современных представлений о функционировании таежных экосистем, предполагается, что важную роль в развитии и разрушении процессов экологической устойчивости играет органическое вещество изучаемых видов, содержащих экдистероиды. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации культивирования видов на европейском Севере.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта администрации Архангельской области и РФФИ № 03-04-96147.

##### ВВЕДЕНИЕ

Рапонтикум сафлоровидный (синонимы: левзея, маралий корень, большеголовник альпийский) – *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и серпуха венценосная – *Serratula coronata* L. являются важнейшими представителями экдистероид-содержащих растений, используемых для получения химически изолированных фитоэкдистероидов в промышленных масштабах, в частности *ecdysterone* ( $\beta$ -*ecdysone*, 20-*hydroxyecdysone*) и субстанций на их основе, а также различных фармпрепаратов и кормовых добавок из лекарственного сырья (Машковский, 1993; Зайнуллин и др., 2003; Тимофеев, 2003).

В практической медицине экдистероид-содержащие составы используются для предупреждения болезней и поддержания иммунного статуса, адаптации и повышения работоспособности человека, в т.ч. в условиях лимитирующих факторов (Сеяфулла, 1999; Пчеленко и др., 2002; Lafont и Dinan, 2003]. В современных наукоемких технологиях экдистероиды находят применение в качестве естественных и безопасных лигандов в молекулярных системах переключения генов (экдизониндуцированные системы экспрессии генов), в разработке селективных и экологически чистых инсектицидов (Saez и др., 2000; Wang и др., 2000; Jepson и др., 2002).

Дикорастущие популяции *R. carthamoides*, произрастающие в субальпийских лугах Алтае-Саянского горного комплекса, в результате нерегламентированных заготовок сильно истощены. Вид отнесен к категории редких, уязвимых и исчезающих, для его сохранения необходимо создать промышленные плантации (Соболевская, 1991; Постников, 1995). Задача существенного расширения сырьевой базы экдистероид-содержащих растений не может быть решена без обновления ассортимента возделываемых культур.

Интродукционными исследованиями выявлено, что среди них наиболее перспективна *S. coronata*, характеризующаяся высокой концентрацией фитостероидов в биомассе и значительной урожайностью (Ануфриева и др., 1998; Мишуров и др., 1999).

Создание популяций эдистероид-содержащих растений, культивирование их сопряжено с проблемами, связанными с выживаемостью в ценозе (Трулевич, 1991; Мишуров и Тимофеев, 1999). До сих пор исследования этих культур на европейском Севере были ограничены условиями коллекционных питомников и экспериментальных полей (Моисеев и др., 1979; Холопцева и Михкиев, 1993; Головкин и др., 1995; Мишуров и др., 1999). Поэтому выявление потенциала продуктивного долголетия и экологической устойчивости интродуцентов в условиях агропопуляций чрезвычайно важно для выработки научно обоснованных принципов их возделывания, адаптированных к воздействию среды и человека. Исходя из необходимости оптимизации культивирования *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Ijzin и *Serratula coronata* L. на европейском Севере, в исследованиях ставилась задача:

1. Изучить особенности онтогенеза на основных почвенных разновидностях природной зоны.

2. Выявить факторы, влияющие на устойчивость видов в агропопуляциях.

3. Установить оптимальную плотность особей в ценозе.

### **ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Природно-климатические условия.** Район исследований расположен на юго-востоке Архангельской области, на географической широте 61°20' (г. Коржма и Котласский р-н), в подзоне средней тайги Европейской таежной провинции. Район характеризуется умеренно-прохладным летом и умеренно-прохладной зимой. Продолжительность вегетационного периода составляет 165-186 дней, безморозного – 105 дней (77-139). Среднегодовые суммы температур выше 15 °С равны 911 °С (54-57 дней); 10 °С – 1577 °С (107-110 дней); 5 °С – 1936 °С (153 дня).

Средняя температура самого теплого месяца +17.4 °С (июль), а самого холодного – 14.3 °С (январь). Абсолютные перепады температуры достигают от +35 °С (в тени) до – 51 °С. Устойчивый снежный покров появляется 11-16 ноября и лежит до 17-19 апреля. Высота его 52-58 см (местами до 98 см). Температура на глубине узла кушения многолетних трав держится в пределах – 1.5...–2.2 °С; в отдельные периоды она снижается до – 3.5...–4.0 °С. Снег с полей исчезает во второй декаде апреля. Дата 29 апреля (переход температуры воздуха через +5 °С) является началом вегетации многолетних сельскохозяйственных культур. Однако часто возвраты холодов с заморозками на поверхности почвы с интенсивностью до – 5...–7 °С и повторное выпадение снега тормозят рост и развитие растений до начала второй декады мая. Заморозки полностью прекращаются со второй декады июня и возобновляются с начала сентября. Завершение вегетации холодостойких растений наблюдается в начале октября, что совпадает с осенним переходом температуры через +5 °С.

Зональный коэффициент увлажнения (отношение количества осадков к испарению) близок к 1.5. За год выпадает 495-538 мм осадков, в т.ч. за теплый период 367-387 мм. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см под озимыми культурами за теплый период держатся в пределах 37-44 мм, а в слое 0-50 см – 55-70 мм, что достаточно для жизнедеятельности большинства многолетних культур. Среднедекадная относительная влажность воздуха в дневное время составляет 62-74 %, где наиболее низкие показатели приходятся на полуденное время – 54-57 %. В отдельные засушливые периоды влажность может опускаться до 25-35 % и ниже. Летом со стороны Атлантики и Баренцева моря вторгаются циклоны, вызывая похолодания и морозящие, а нередко и ливневые дожди (Природно-климатический очерк..., 1994).

**Почвы.** Зональным почвообразовательным процессом является подзолообразование в условиях промывного водного режима. В пониженных элементах рельефа, в зависимости от продолжительности и характера переувлажнения, формируются почвы различной степени оглеения. По более глубоким понижениям на водораздельных пространствах залегают торфяные почвы. В исследованиях при закладке агропопуляций задействован следующий перечень почвенных разновидностей природной зоны (табл. 1):

- а) суглинистые дерново-слабоподзолистые осушенные;
- б) супесчаные дерново-среднеподзолистые, подстилаемые средними суглинками;
- в) песчаные дерново-среднеподзолистые на водно-ледниковых песчаных отложениях;
- г) торфянисто-подзолистые поверхностно-глееватые осушенные, на двучленных отложениях, с примесью песка в верхнем и тяжелого суглинка – в нижнем горизонте.

Для снижения уровня почвенно-грунтовых вод участки (кроме песчаных), осушены системой водосборных каналов через каждые 40-45 м. По механическому составу в пахотном слое песчаных почв преобладают фракции крупного, среднего и мелкого песка, содержание глинистых частиц незначительное (4.8 %). Этим определяется их высокая воздухо- и водопроницаемость, низкие сорбционные и буферные свойства. В структуре механического состава суглинков преобладает физическая глина (50.5 %), по сравнению с предыдущей разновидностью содержание ее на порядок выше. Материнской породой служат водно-ледниковые суглинистые отложения. Для всего профиля этих почв характерно плотное сложение, что определяет низкую водопроницаемость, переувлажнение в ранневесенний период, развитие процессов оглеения. Структура зернисто-комковато-мелкоглыбистая.

Супесчаные почвы сформировались на двучленных отложениях, представлены в верхнем горизонте (0-28 см) песчаными частицами, содержание которых вниз по профилю уменьшается, а илистых увеличивается. С глубины 70-85 см преобладает среднесуглинистая фракция. Для верхней песчаной толщи характерно большая воздухо- и водопроницаемость, чем для нижерасположенных отложений. Из-за меньшей влагопроницаемости суглинистой толщи возможно кратковременное переувлажнение верхнего песчаного слоя, приводящее к оглеению слабой степени.

Верхний горизонт торфянистых почв представляет органогенную неоднородную массу с примесью минеральной части нижележащего горизонта. Сформированы на слабодренированных бессточных участках с двучленными отложениями, в условиях временного избыточного переувлажнения. Отличаются высокой влагоемкостью и фильтрацией, но низкой водоподъемной способностью, приближающейся к песчаным.

На дату закладки популяций песчаные и супесчаные почвы по комплексу агрохимических показателей можно отнести к высококультурным минеральным почвам (табл. 2). Показатели торфянистых почв близки к уровню хорошо окультуренных мелиоративных почв. Реакция среды на песках и супеси близка к нейтральной, на торфянике слабокислая. Гумуса содержится соответственно 1.5, 3.6 и 3.1 %. На всех трех почвенных разновидностях высокий уровень насыщенности основаниями. По элементам питания на песках и супеси высокая обеспеченность фосфором, по калию – средняя на супеси и низкая на песках. На торфянике средний уровень содержания фосфора и калия. Суглинистые почвы характеризуются средней обменной ( $\text{pH}_{\text{Kcl}}$  4.8) и высокой гидролитической кислотностью, степень насыщенности основаниями ниже оптимальной. Содержание гумуса среднее (1.9 %), калия – среднее, фосфора – ниже среднего.

**Характеристика агропопуляций.** В исследованиях задействованы 10 агропопуляций, в том числе 7 – *R. carthamoides* и 3 – *S. coronata*, каждая площадью от 0.6 до 2.8 га (табл. 3). Первая плантация *R. carthamoides* была заложена осенью 1989 года семенами, полученными из Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН, последующие – в 1994-95 гг. семенами местной репродукции. Популяции *S. coronata* заложены

ны в 1994-96 гг. семенами местной репродукции, происхождение исходного материала из Ботанического сада Томского ГУ.

Предшествующими культурами на участках в течение трех-четырёх лет были картофель, зерновые и однолетние на зелёный корм, силос и травяную муку. Предпосевная обработка почвы включала вспашку на глубину 22-25 см, дискование и двукратную культивацию с одновременным боронованием. Перед высевом семян участки, кроме суглинков, прикатывались гладкими катками. Посев проводился четырехрядной овощной сеялкой СОН-2.8, с междурядьями 70 см. Сроки посева: в девяти вариантах посев подзимний, в середине октября. В одном варианте с *R. carthamoides* (№ 4 на песчаных почвах) испытывался сверхранний весенний посев (14 апреля).

Нормы высева семян *R. carthamoides* варьировали по вариантам от 1.6 до 10.5 кг/га, при массе 1000 штук 12-14 г; *S. coronata* от 0.5 до 0.6 кг/га, при массе 1000 штук 3.9-4.1 г. Глубина заделки семян зависела от культуры, типа почв и колебалась в пределах 1-4 см. Минеральные удобрения вносились только в первые три года, в дозах от  $N_{60}P_{60}K_{60}$  до  $N_{90}P_{90}K_{90}$  (в зависимости от плодородия участков), за исключением варианта № 3, заложенного в 1989 году, где удобрения использовались в течение первых девяти лет. Базовые варианты (№№ 2, 4, 5, 6, 9, 10) в первые три года возделывания не подвергались отчуждению надземной биомассы, варианты № 1 и 8 на суглинке – во все годы жизни. В варианте № 3 на супеси отчуждение ежегодное, № 7 на торфянике – начиная со 2-го года жизни.

**Методика исследований.** Подробное обследование популяций проводили в первый год жизни (ювенильном возрасте), 1998, 2000 и 2003 году. Методика исследований соответствовала «Проекту общесоюзной программы исследований по интродукции лекарственных растений» (Сацыперова и Рабинович, 1990). Изучение онтогенеза и его периодизацию проводили на основе работ Работнова (1983), Заугольной и др. (1988). Динамику растительности в агропопуляциях, ответную реакцию ценоза на антропогенные и природные факторы воздействия учитывали на основе метода феноменологического мониторинга (Заугольнова и др., 1993). Возрастные состояния выявляли на основе изучения репродуктивных параметров популяции, биоморфологических особенностей строения структуры корневищ особей и т.д. Популяционные параметры устанавливали методом подсчета генеральной совокупности и с использованием учетных площадок. Учетные площадки закладывали по диагонали участка, в 6-9 точках, размером 56-84 м<sup>2</sup>, охватывающих 8-12 соседних рядков длиной 10 м.

Учет динамики плотности, смертности изучаемых видов в онтогенезе вели в пересчете количества особей семенного происхождения на 1 га площади. Возрастное состояние особей в таблицах указано для доминирующей группы в структуре возрастного спектра, характеризующей биологический возраст агропопуляции. При ежегодных фенологических наблюдениях отмечали основные фазы развития растений: в цикле вегетативных фаз – отрастание и отмирание вегетативных побегов; в цикле репродуктивных – начало отрастания, бутонизации, цветения, плодоношения (для *S. coronata* дополнительно отмечали фазу стеблевания).

Влажность пахотного слоя и ее динамику определяли в течение 4 вегетационных периодов (2000-2003 гг.). Описание почвенных разновидностей и их горизонтов выполнено почвенно-геоботанической экспедицией сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева (г. Москва), агрохимические характеристики исследовали в ФГУ ГЦАС «Кировский» (г. Киров). Математическую обработку экспериментальных данных проводили стандартными методами вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Особенности развития в вегетационном периоде.** В условиях европейского Северо-Востока прогревание почвы до 2 °С на глубине узла кушения многолетних трав наступает примерно за месяц до полного стаивания снежного покрова (Научно-прикладной справочник, 1992). В ходе полевых обследований выявлено, что к началу момента вегетации почки возобновления *R. carthamoides* увеличиваются в размерах 1.5-2.0 раза, еще находясь под снежным покровом. Начало массового отрастания, в зависимости от климатических особенностей сезона, наблюдается в сроки между 17 апреля и 8 мая. У *S. coronata* вегетация начинается поздно – 10-23 мая, вслед за большинством многолетних трав (табл. 4). В целом начало отрастания и зацветания *S. coronata* происходит на две-три недели позже *R. carthamoides*, а завершение вегетации на 1.0-1.5 месяца раньше, после первых осенних заморозков.

У *R. carthamoides* в разные годы и на разных почвах до 85 % генеративных побегов в календарные сроки 18-25 июня находятся в фазе цветения. В конце июня зацветают менее 1 % побегов. Начало цветения *S. coronata* совпадает с завершением этой фазы у *R. carthamoides* (в середине июля), а длится она в два-три раза дольше – из-за ветвления и формирования боковых побегов, которые постепенно переходят из фазы бутонизации в фазу цветения. В холодное лето сроки зацветания *S. coronata* значительно отстают от средних многолетних дат, сдвигаясь со второй декады июля на начало августа.

**Онтогенез.** В природе жизненный цикл *R. carthamoides* продолжается 50 и более лет, средний относительный возраст особей равен 25-35 годам. В генеративном периоде отмечены растения в возрасте от 6-9 до 30-48 лет (Положий и Некратова, 1986; Постников, 1995). При интродукции онтогенез сильно сокращен – в генеративный период особи вступают на 2-3-й, сенильный – на 4-5-й год жизни, завершение жизненного цикла у большинства особей наблюдается на 6-7-й год возделывания.

В отдельных случаях единичные особи могут цвести и плодоносить в возрасте 12-15 лет (Анищенко, 1977; Постников, 1995; Головки и др., 1996). Онтогенез *S. coronata* является малоизученным, по данным Постникова (2003), в условиях Сибири возделывание растений в возрасте 5-7 лет не всегда целесообразно. По другим данным, в условиях Коми Республики 11-летние растения мало отличались по развитию от 4-6-летних (Савиновская, 2003).

В наших исследованиях по состоянию на 2003 год популяции экистероидсодержащих растений находились на 8-14-м году жизни (табл. 5). Ни одна из популяций не вступила в завершающую фазу развития жизненного цикла, лишь *R. carthamoides*, заложенный 14 лет назад, находился в субсенильном возрасте, сохраняя при этом способность к продуцированию полноценных семян с коэффициентом размножения, равным 5.1. Дополнительным обследованием популяции, не приведенной в настоящей работе, установлено, что онтогенез *S. coronata* не завершается и через 12 лет жизни, особи в этом возрасте мало отличались по развитию от 9-летних.

Отмечено, что особи семенного происхождения, имеющие одинаковый календарный возраст, характеризуются прежде всего высокой изменчивостью морфологических признаков и меньшим разбросом возрастных характеристик. Это отличает их от растений природных ценопопуляций, возрастной спектр которых сложен преимущественно особями вегетативного происхождения разного качества (Положий и Некратова, 1986).

На темпы прохождения особями онтогенеза влияют гранулометрический состав почвы и сроки отчуждения фитомассы. На песчаных почвах происходит замедленное развитие растений – на 4-м году возделывания особи *R. carthamoides* (4, 5) оставались в прегенеративном возрасте. Аналогичная закономерность присуща и популяции *S. coronata* (9). Выявленная тенденция развития сохраняется и в 9-летнем возрасте, при этом популяция *R. carthamoides* с весенним сроком посева (4) отстает в онтогенетическом развитии от подзимних сроков посева (5).

Более сильное тормозящее действие оказывает ежегодное отчуждение надземной биомассы – даже на 8-м году жизни абсолютное число особей на супеси (3) не вступило в генеративную фазу развития. При сдвиге начала отчуждения биомассы на 4-й год особи через пять лет находились в старом генеративном возрасте (2). На торфянистых почвах сроки прохождения онтогенеза были близки популяциям на песчаных почвах – на 4-м году особи вступили в молодой генеративный возраст, который к 9-м году жизни сменился на зрелый генеративный для *R. carthamoides* (6, 7) и старый генеративный для *S. coronata* (10). На суглинках (1, 8) наблюдается ускоренное развитие – вступление популяции в старое генеративное состояние наступает на два-три года раньше.

**Динамика плотности.** Специфичность реагирования вида к условиям произрастания можно оценить динамикой плотности, а также смертностью особей, отражающейся на плотности. Плотность особей в популяциях *R. carthamoides* в начале ювенильного возраста отражает норму высева и полевую всхожесть. В вариантах 1-3 (суглинистые и супесчаные почвы) она соответствовала оптимальным (70-100 тыс. шт/га по Постникову, 1995) и находилась в пределах 96-121 тыс. шт/га. В варианте с весенним сроком посева на песках (4) плотность была повышенной (410 тыс. шт), а в вариантах 5-7 (песчаные и торфянистые почвы) – пониженной (52-56 тыс. шт). Плотность *S. coronata* во всех вариантах (суглинистые, песчаные и торфянистые почвы) соответствовала оптимальной (92-108 тыс. шт).

По результатам 2-го обследования, проведенного 1998-2000 годах, наивысшая плотность *R. carthamoides* обнаружена на песчаных почвах (5), у растений 4-го года жизни (25.29 тыс. шт). На супесчаных почвах (2) плотность на 3-й год возделывания (1992 год) составляла 27.54 тыс. шт, снизившись к 9-му году до 23.89 тыс. шт. Близкие сопоставимые показатели (23-27 тыс. шт/га), полученные в разные годы и на разных почвах, характеризуют оптимальную величину плотности вида. Сниженные величины плотности зафиксированы на торфянистых (19.14 тыс. шт) и суглинистых почвах (2.79 тыс. шт). При весеннем сроке посева и ранних сроках отчуждения плотность оказалась в 2 раза меньше оптимальных. Для *S. coronata* наивысшая плотность характерна для торфянистых и супесчаных почв (30.50 и 22.86 тыс. шт). На суглинках и песках она оказалась соответственно в 3 и 4 раза ниже.

Подробное 3-е обследование агропопуляций выполнено в 2003 году. Отмечено дальнейшее развитие ранее выявленных тенденций. Наибольшая плотность и выживаемость особей *R. carthamoides* была присуща агропопуляции на песчаных почвах (5) – 14.93 тыс. шт особей на 1 га (при 28.7 % выживаемости). Близкая численность у растений на супеси (2) – 14.81 тыс. шт/га; выживаемость здесь на 9-й год возделывания составила 20.9 %, а на 14-й год – 13.0 %. На торфянике произошло сильное изреживание, плотность за пять лет снизилась примерно в 5 раз; пропорционально на участках как без укоса (6), так и с укосом (7), составив 4.08 и 2.75 тыс. шт (выживаемость 7.3 и 4.9 %). Наименьшая выживаемость обнаружена на суглинистых почвах (1) – 0.8 % в целом по популяции; при этом абсолютное число особей, расположенных далее чем на расстоянии 7-11 м от осушительных каналов, погибло.

**Факторы экологической устойчивости.** Устойчивость характеризуется стабильным постоянством членов сообщества в пределах определенного ценоза. Реальная среда обитания в почвенном пространстве неоднородна и интегральная реакция ценоза на воздействия разной природы проявляется в виде отклонений от средних для экологической ниши величин. Как следствие, в пределах горизонтальной структуры агропопуляции формируются микрогруппировки особей, представляющие собой элементы субпопуляций, или по другому, локусы с повышенной и нижней плотностью (Заугольнова и др., 1988).

Рекомендованные нормы высева *R. carthamoides* составляют от 6-8 до 12 кг/га, *S. coronata* – 6 кг/га (Моисеев и др., 1979; Мишуров и др., 1997), что предполагает гибель 80-90 % особей. Исходя из наших наблюдений, факторы, вызывающие гибель особей, в

пределах отклонения плотности по отдельным ячейкам ценозов изучаемых популяций можно группировать в следующие блоки (убывающем порядке): *R. carthamoides* – избыток влаги, сроки укоса, сроки посева, засоренность, дефицит влаги, возраст; *S. coronata* – дефицит влаги, избыток влаги (табл. 6).

Популяция *R. carthamoides* (5), основанная на песчаных почвах, обладает наилучшими средними величинами плотности по локусам (от 6.1 до 26.1 тыс. шт/га), наименьшим средним коэффициентом вариации (50.9 %) и сопровождается при этом максимальной численностью в отдельных ячейках ценоза (37.1 тыс. шт/га). Отличительной характеристикой данной почвенной разновидности является высокая порозность и водопроницаемость. Влажность почвы в отдельные летние периоды снижается до 2.5-3.1 %, приближаясь к влажности разрыва капилляров пахотного слоя (табл. 7). Тем не менее, особи *R. carthamoides* высокоустойчивы к дефициту влаги в корнеобитаемом слое.

Негагивное действие засушливых условий проявляется лишь на растениях первого года жизни при весеннем сроке посева (4). Возможно, это является следствием меньшей продолжительности этапа стратификации в сравнении с подзимними сроками посева, ведущей к задержке общего развития и формирования юрневой системы в частности. Для популяции *S. coronata* песчаные почвы (9) оказались наименее оптимальным вариантом даже при подзимнем посеве. Здесь плотность по локусам меняется от 0 до 10.7 тыс. шт/га, средняя изменчивость равна 98.4 %.

Параметры популяция *R. carthamoides* на супеси (2) близки к показателям популяции на песках, несмотря на более старый возраст (14 лет). Фактором изреживания служит завершение жизненного цикла отдельных особей, проявляющийся в виде отмирания и некротизации ветвей корневищ, несущих на себе терминальные и боковые почки возобновления. Отмечено, что при ежегодном укосе (3) сильная изменчивость по локусам (от 42.2 до 303.0 %) сопровождается массовым внедрением сорных растений в ценоз. Режим возделывания без отчуждения биомассы в первые годы (вариант 1) тормозит внедрение и закрепление сорных видов.

Популяции на суглинистых и торфянистых почвах страдают от избытка влаги в ранневесенний и позднесенний период. На торфяниках высокая влажность обусловлена влагоудерживающей способностью повышенных количеств органического вещества (табл. 2). Однако легкий гранулометрический состав почвенной толщи позволяет постепенно отводить ее избыток за счет фильтрации. Первоначальная почвенная влажность в течение одного календарного месяца (с середины апреля до середины второй декады мая) снижается с 23.9-31.5 до 8.4-11.9 %. Тем не менее, для такой раноотрастающей культуры, как *R. carthamoides*, присутствие избытка влаги в корнеобитаемом слое в начале фазы отрастания является негативным. И если при этом нижележащие горизонты почвы на микропонижениях участка не успевают пропускать избыток влаги от тающих снегов, то растения погибают из-за перенасыщения корнеобитаемого слоя влагой. В результате популяция изреживается, плотность ее по локусам на 9-й год жизни колеблется в пределах от 1 до 9 тыс. шт/га (максимальная равна 10 тыс. шт/га).

На суглинках длительное воздействие избытка влажности на популяцию *R. carthamoides* (1), составляющей во время отрастания и активной вегетации растений 24.3-28.1 %, носит летальный характер. Локусы с уцелевшими особями занимают 1/8 часть от общей площади и расположены вдоль осушительных сетей на микровозвышенностях. Плотность среди выживших особей (0.8 %) варьирует от 0.5 до 13.1 тыс. шт/га, максимальная численность достигает 32.9 тыс. шт/га.

Для поздноотрастающей культуры *S. coronata* высокая влажность почвы на торфяниках (10) в начале весны (до 31.5-36.2 %) не сказывается отрицательно на выживаемости. Здесь наиболее высокие средние значения плотности по локусам – от 8.0 до 32.0 тыс. шт/га, максимальные значения достигают 64.3 тыс. шт. Сокращение численности вызва-

но дефицитом влаги в почвенном слое части ячеек сообщества. На суглинках популяция *S. coronata* является изреженной (численность 0.5-13.2 тыс. шт/га). Выпады характерны для микропонижений рельефа, но массовой гибели особей, как в случае с *R. carthamoides*, не наблюдалось.

**Предполагаемые механизмы экологической устойчивости популяций.** Исходя из полученных экспериментальных данных, можно предполагать, что существенную роль в развитии и разрушении процессов экологической устойчивости играет органическое вещество изучаемых видов. Режим возделывания без отчуждения, при котором происходит накопление растительного опада в почвенном пространстве, по всей видимости, может создать концентрацию аллелохемиков, тормозящее внедрение и закрепление чуждых видов и способствующее удлинению жизненного цикла особей культивируемых видов в ценозе. Функционирование таежных экосистем при переувлажнении связано с процессами глее- и подзолообразования, при активном участии анаэробной микрофлоры, трансформирующей инертные формы металлов и органического вещества растительного опада в химически активные формы токсикантов, нарушающих жизнедеятельность высших растений (Зайдельман, 1992; Яшин и Кауричев, 1996).

Индикаторами таких процессов служат увеличение обменной кислотности и узкое соотношение Са:Мg. На участке с суглинистой почвой, характеризующейся повышенной влажностью, за 8 лет значение кислотности изменилось с 4.8 до 4.1 (табл. 2). На торфянистых почвах, где высокая влажность в ранневесенний и позднесенний периоды, также наблюдается относительное увеличение кислотности (с 6.0 до 5.4), хотя абсолютные показатели не достигают критических значений. На песчаных и супесчаных почвах, характеризующихся оптимальным водно-воздушным режимом, кислотность осталась на прежнем уровне (6.9 и 6.4 соответственно). Значение соотношения Са:Мg на суглинках значительно сужено и составляет 3.4, против 5.8-6.4 на супеси и 5.5 на торфяниках.

Таким образом, запускающим элементом дестабилизационных процессов на участках с повышенной влажностью является снижение вертикальной фильтрации, усиление бокового и поверхностного стока, приводящее к аккумуляции влаги в микропонижениях. Для активизации почвенной микрофлоры важны биологически активные вещества органического вещества ценоза, и можно предполагать участие в них вторичных метаболитов растений рода *Rhaponicum* и *Serratula* – экидистероидов.

## ВЫВОДЫ

Многолетние исследования экидистероид-содержащих растений *Rhaponicum carthamoides* (Willd.) Iljin и *Serratula coronata* L. в условиях агропопуляций европейского Севера позволяют делать выводы, что долголетие в онтогенезе и экологическая устойчивость видов в ценозе определяются следующими факторами:

1. В оптимальных условиях произрастания онтогенез *R. carthamoides* длится не менее 15 лет, а *S. coronata* – свыше 12 лет. Гранулометрический состав почвы, сроки посева и отчуждения надземной биомассы влияют на темпы прохождения онтогенеза, на популяционные параметры плотности и выживаемости особей. На песчаных почвах происходит замедленное развитие растений, на суглинистых – ускоренное. Отчуждение биомассы, начиная с первых лет жизни, приводит к задержке общего развития в онтогенезе, снижению экологической устойчивости.

2. Оптимальная величина плотности в ценозе, начиная с 3-4-го года жизни, составляет 23-27 тысяч особей на 1 га для *R. carthamoides* и 22-30 тысяч для *S. coronata*. Наилучшими являются подземные сроки посева, с четырех-пятикратным запасом всхожих семян на единицу площади – 2-3 кг/га для *R. carthamoides* и 0.5-0.7 кг/га для *S. coronata*. При более высоких нормах посева в последующие годы происходит стабилизация численности.

3. Диапазон активной жизнедеятельности *R. carthamoides* ограничен температурой 2-3 °С, *S. coronata* – 7-8 °С. Факторы среды, вызывающие снижение численности особей в ценозе, по значимости можно группировать в следующие блоки (убывающем порядке): *R. carthamoides* – избыток влаги в корнеобитаемом слое почвы, сроки укоса, сроки посева, засоренность, дефицит влаги, возраст; *S. coronata* – дефицит влаги, избыток влаги.

4. Правильный выбор участка для закладки агропопуляции предопределяет дальнейшую ее судьбу. Для *R. carthamoides* необходимо выделять влагопроницаемые и хорошо аэрируемые в осенне-весенний период супесчаные, песчаные или осушенные торфяные почвы. На суглинках она выживает только на склонах, при крупнозернистом механическом составе нижних горизонтов или нарезке осушительных каналов через каждые 10-12 м. Нижняя граница влагообеспеченности, при которой возможна жизнедеятельность вида, близка к показателям наименьшей влагоемкости и разрыву капилляров пахотного слоя, составляя около 2.5-3.0 % на песках и супеси от сухой массы почвы. При влажности до 24-27 % важнейшим условием является отвод избытка влаги из корнеобитаемого слоя до начала вегетации растений. *S. coronata* предпочитает почвы с более высокой влажностью (от 17 до 36 %), базирующиеся на мелком гранулометрическом составе отложений (торфянистые, суглинистые), но погибает на участках с застойным водным режимом.

6. Предполагается, что важную роль в развитии и разрушении процессов экологической устойчивости играет органическое вещество изучаемых видов, содержащих экдистероиды. Режим возделывания без отчуждения биомассы в первые годы тормозит вторжение сорных видов. При ежегодном укосе сильная изменчивость плотности по лоскусам сопровождается внедрением сорных растений в ценоз.

#### **БЛАГОДАРНОСТИ**

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта администрации Архангельской области и РФФИ (№ 03-04-96147).

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Анищенко Е.А. Морфогенез *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Djinn // Растительные ресурсы, 1977, вып. 3. – С. 485-491.
2. Ануфриева Э.Н., Володин В.В., Носов А.М., Гарсия М., Лафон Р. Состав и содержание экдистероидов в растениях и культуре ткани *Serratula coronata* // Физиология растений, 1998, № 3. – С. 382-389.
3. Головки Т.К., Гармаш Е.В., Куренкова С.В., Табаленкова Г.Н., Фролов Ю.М. Рапонтик сафлоровидный в культуре на Европейском Севере-Востоке (эколого-физиологические исследования) / Коми научный центр УрО РАН. – Сыктывкар, 1996. – 140 с.
4. Зайдельман Ф.Р. Естественное и агропрогенное переувлажнение почв. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. – 287 с.
5. Зайнуллин В.Г., Мишуров В.П., Пунегов В.В., Старобор Н.А., Башлыкова Л.А., Бабкина Н.Ю. Биологическая эффективность двух кормовых добавок, содержащих экдистероиды *Serratula coronata* L. // Растительные ресурсы, 2003, вып. 2. – С. 95-103.
6. Заугольнова Л.Б., Жукова А.А., Комаров А.С., Смирнова О.В. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). – М.: Наука, 1988. – 184 с.
7. Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В., Комаров А.С., Ханина П.Г. Мониторинг фитопопуляций // Успехи современной биологии, 1993, вып. 4. – С. 402-404.
8. Милковский М.Д. Лекарственные средства в 2-х частях. Часть 1. – М.: Медицина, 1993. – 736 с.
9. Мишуров В.П., Рубан Г.А., Скупченко Л.А. Биологические особенности и оптимальные нормы посева серпухи венценосной в Республике Коми // Маг-лы II Междунар. симп. Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. Т.5. – Пущино, РАСХН, 1997. – С. 761-762.

10. Мишуrow В.П., Тимофеев Н.П. Актуальные задачи по созданию, культивированию и использованию сырьевой базы экдистеронид-содержащих растений // Маг-лы IX Междунар. симп. по новым кормовым растениям – Сыктывкар, 1999. – С. 121-123.
11. Мишуrow В.П., Волкова Г.А., Портнягина Н.В. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми (Итоги работы ботанического сада за 50 лет. Т. 1). – СПб.: Наука, 1999. – 216 с.
12. Моисеев К.А., Соколов В.С., Мишуrow В.П., Александрова М.И., Коломийцева В.Ф. Малораспространенные силосные растения. – Л.: Колос, 1979. – 328 с.
13. Научно-прикладной справочник по агроклиматическим ресурсам СССР (ежегодные данные). Архангельская область. – Архангельск, Северное территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1992. – 237 с.
14. Пчеленко Л.Д., Метелкина Л.Г., Володина С.О. Адаптогенный эффект экдистеронид-содержащей фракции *Serratia coronata* L. // Химия растительного сырья, 2002, № 1. – С. 69-80.
15. Положий А.В., Некратова Н.А. Рапонтик сафлоровидный – *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjip // Биологические особенности растений, нуждающихся в охране. – Новосибирск, 1986. – С. 198-226.
16. Постников Б.А. Маралий корень и основы введения его в культуру. – Новосибирск, СО РАСХН, 1995. – 276 с.
17. Постников Б.А. 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.
18. Природно-климатический очерк Котласского района Архангельской области. – М.: ТСХА, 1994.
19. Работнов Т.А. Фитоценология. – М.: МГУ, 1983. – 296 с.
20. Савиновская Н.С. Биологические особенности развития и продуктивность серпухи венечной и серпухи неключей при интродукции // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. науч. трудов. Вып. 7. – М., РАЕН, 2003. – С. 154-161.
21. Сацыперова И.Ф., Рабинович А.М. Проект общесоюзной программы исследований по интродукции лекарственных растений // Растительные ресурсы, 1990, вып. 4. – С. 587-597.
22. Сейфулла Р.Д. Спортивная фармакология. – М.: Спорт-Фарма Пресс, 1999. – 120 с.
23. Соболевская К.А. Интродукция растений в Сибири. – Новосибирск, Наука, 1991. – 184 с.
24. Тимофеев Н.П. Промышленные источники получения экдистеронидов. Часть I. *Ponasterone* и *muristerone* // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. науч. трудов. Вып. 9. – М., РАЕН, 2003. – С. 64-86.
25. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценологические основы интродукции растений. – М.: Наука, 1991. – 216 с.
26. Холопцева Н.П., Михклев А.И. Введение в культуру маральего корня в Карелии. – Петрозаводск, Карельский НЦ РАН, 1993. – 23 с.
27. Яшин И.М., Кауричев И.С. Особенности процессов глее- и подзолообразования в почвах таежных экосистем // Известия ТСХА, 1996, вып. 1. – С. 79-98.
28. Jepson I., Martinez A., Greenland A. J. Gene switch. – US Patent 6,379,945. April 30, 2002.
29. Lafont R., Dinan L. Practical uses for ecdysteroids in mammals including humans: an update // Journal of Insect Science, 2003. – V. 3; N 7. – 30 pp.
30. Saez E., Nelson M. C., Eshelman B., Banayo E., Koder A., Cho G. J., Evans R. M. Identification of ligands and coligands for the ecdysone-regulated gene switch // Proc. Natl. Acad. Sci. USA., 2000, N. 97. P. 14512-14517.
31. Wang S.F., Ayer S., Segraves W.A., Williams D.R., Raikhel A.S. Molecular determinants of differential ligand sensitivities of insect ecdysteroid receptors // Mol. Cell. Biol., 2000, N. 20. – P. 3870-3879.

**ECOLOGICAL RESISTANCE RATE OF AGROPOPULATIONS  
*RHAPONTICUM CARTHAMOIDES* (WILLD) ILJIN AND *SERRATULA CORONATA* L.  
ECDYSTEROID-CONTAINING PLANTS IN THE EUROPEAN NORTH**

*Timofeev N.P.*  
*(CF BIO; KORYAZHMA)*

**ABSTRACT**

The perennial drug plants *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin and *Serratula coronata* L. grown in the south-east part of the Arkhangel'skaya region (middle taiga subzone of the European taiga province) were researched for the productive longevity and ecological resistance potential. The studies involved 10 agropopulations grown on 4 cultivated soil types of the natural zone (1989-2003), occupying an area 0.6-2.8 ha each.

Finally, comparative features of the species development in ontogenesis, population parameters of density and surviving rates, specified seeding rates, as well as ecological resistance factors in cenosis were established. According to the current ideas about functioning taiga ecosystems, it is supposed that the organic matter of the investigated ecdysteroid-containing species plays an important role in development and decay of ecological resistance processes.

The obtained results are useful while optimizing the species cultivation in the European North. The work was done on a partial financial support granted by the administration of the Arkhangel'skaya region and the Russian Fond for Fundamental Investigations (RFFI) № 03-04-96147.

Характеристика почвенного покрова сельскохозяйственных угодий, использованных для закладки агропопуляций *R. carthamoides* и *S. coronata*

Краткое наименование	Почвенные разновидности	Механический состав	Почвообразующая порода	Залегание по рельефу
Суглинок	дерново-слабоподзолистые поверхностно-глееватые осушенные	глинистый	водно-ледниковые суглинистые отложения	понижение на водораздельном пространстве
Супесь	дерново-среднеподзолистые поверхностно-слабоглееватые	супесчаный (песок: 0-22 см; супесь: 22-70-85 см; ср. суглинок 70-95 см)	двучленные отложения	слабоволнистое водораздельное пространство
Песок	дерново-среднеподзолистые	песчаный	водно-ледниковые песчаные отложения	слабоволнистое водораздельное пространство
Торфяник	торфянисто-подзолистые поверхностно-глееватые осушенные	песок-торф: 0-26 см; песок: 26-70 см; т. суглинок: 75-100 см	двучленные отложения	понижение на водораздельном пространстве

Характеристика почвенных горизонтов (на дату закладки агропопуляций)

Показатели	Единица измерения	Почвенные разновидности				
		суглинистая	супесчаная		песчаная	торфянистая
Горизонт	см	0-22	0-28	85-95	0-27	0-35 (55)
Фракции механического состава:						
... 1-0,25 мм	%	10.6	52.1	13.6	58.8	13.2
... 0,25-0,05 мм	%	20.8	29.6	34.6	30.5	76.2
... 0,05-0,01 мм	%	18.1	9.5	13.8	5.9	2.5
... <0,01 мм (физическая глина)	%	50.5	8.8	38.0	4.8	8.1
pH солевая*		4.8 (4.1)	6.5 (6.4)	5.0	6.9 (6.9)	6.0 (5.4)
pH гидролитическая	мг-экв	8.8	0.7	1.8	0.4	0.4
Сумма поглощенных оснований	мг-экв	18.4	12.4	10.4	5.4	16.4
... степень насыщенности	%	67.6	93.5	85.2	93.1	97.6
Органическое вещество	%	4.5	3.1	...	2.8	8.8
Гумус	%	1.9	3.6	...	1.5	3.1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> подвижный	мг/100 гр	6.8	31.2	...	54.7	12.6
K <sub>2</sub> O подвижный	мг/100 гр	10.8	9.6	...	5.0	13.1
Ca	мг-экв	14.6	6.4	...	8.1	5.0
Mg	мг-экв	4.3	1.0	...	1.4	0.9

Примечание: \*... данные в скобках – на 2003 год

Исходные параметры агропопуляций *R. carthamoides* и *S. coronata*

Характеристика участков			Технология посева семян				
варианты опыта	площадь, га	год за-ложения	всхожесть полевая, %	норма высева, кг/га	глубина заделки, см	схема размещения, см	сроки
<b><i>R. carthamoides</i>:</b>							
1. Суглинок <sup>1</sup>	2.8	1995	55	3.0	1-2	70 x 6	подзимний
2. Супесь	0.6	1989	58	2.7	2-3	70 x 7	подзимний
3. Супесь <sup>2</sup>	1.0	1995	66	2.2	2-3	70 x 10	подзимний
4. Песок <sup>3</sup>	1.6	1995	48	10.5	3-4	70 x 2	весенний
5. Песок	1.1	1994	39	1.6	2-3	70 x 10	подзимний
6. Торфяник	2.0	1994	39	1.6	2-3	70 x 10	подзимний
7. Торфяник <sup>4</sup>	0.7	1994	39	1.6	2-3	70 x 10	подзимний
<b><i>S. coronata</i>:</b>							
8. Суглинок <sup>1</sup>	2.5	1995	70	0.5	1	70 x 10	подзимний
9. Песок	2.0	1996	74	0.6	2	70 x 10	подзимний
10. Торфяник	1.0	1994	63	0.6	2	70 x 10	подзимний

**Примечания:** базовый вариант – без отчуждения биомассы в первые 3 года возделывания; <sup>1</sup>... без отчуждения во все годы возделывания; <sup>2</sup>... отчуждение ежегодное; <sup>4</sup>... отчуждение со 2-го года возделывания; <sup>3</sup>... весенний посев (14.04).

Прохождение фенофаз популяциями *R. carthamoides* и *S. coronata*  
(диапазон многолетних данных)

Культуры	Сроки вегетации растений, дней								
	3	16	34	48-56	72-77	87-96	116-142	159	192
Календарные даты	17.4-10.5	10-23.5	25.5-14.6	18-26.6	12-17.7	03-12.8	25.8-20.9	12-20.09	09.11
Фазы развития:									
<i>R. carthamoides</i>	отрас- тание	буконн- зация	бутони- зация	цвете- ние	плодо- ношение	вегета- ция	вегета- ция	вегета- ция	отмира- ние
<i>S. coronata</i>	покой	отрас- тание	стебле- вание	бутони- зация	цвете- ние	цвете- ние	плодо- ношение	отмира- ние	покой

Популяционная динамика плотности особей  
*R. carthamoides* и *S. coronata* в онтогенезе, тыс. шт/га

Варианты опыта	1-е обследование		2-е обследование			3-е обследование			Выживаемость, %	
	возраст	плотность	годы жизни	возраст	плотность	годы жизни	возраст	плотность	2-е обследование	3-е обследование
<b><i>R. carthamoides</i>:</b>										
Календарный год	I год жизни		1998			2003			1998	2003
1. Суглинок <sup>1</sup>	<i>j</i>	121.0	III	<i>g<sub>1</sub></i>	2.79	VIII	<i>g<sub>2</sub></i>	0.92	2.3	0.8
2. Супесь	<i>j</i>	114.3	IX	<i>g<sub>2</sub></i>	23.89	XIV	<i>ss</i>	14.81	20.9	13.0
3. Супесь <sup>2</sup>	<i>j</i>	96.0	III	<i>v</i>	...	VIII	<i>v</i>	8.43	...	8.8
4. Песок <sup>3</sup>	<i>j</i>	410.0	IV	<i>v</i>	12.31	IX	<i>g<sub>1</sub></i>	5.79	3.0	1.4
5. Песок	<i>j</i>	52.0	IV	<i>v</i>	25.29	IX	<i>g<sub>2</sub></i>	14.93	45.2	26.7
6. Торфяник	<i>j</i>	56.0	IV	<i>g<sub>1</sub></i>	19.14	IX	<i>g<sub>2</sub></i>	4.08	34.2	7.3
7. Торфяник <sup>4</sup>	<i>j</i>	56.0	IV	<i>g<sub>1</sub></i>	9.35	IX	<i>g<sub>2</sub></i>	2.75	16.7	4.9
<b><i>S. coronata</i>:</b>										
Календарный год	I год жизни		2000			2003			2000	2003
8. Суглинок <sup>1</sup>	<i>j</i>	95.0	V	<i>g<sub>2</sub></i>	10.29	VIII	<i>g<sub>2</sub></i>	7.68	10.8	8.1
9. Песок	<i>j</i>	108.3	IV	<i>v</i>	7.14	VII	<i>g<sub>1</sub></i>	3.07	6.6	2.8
10. Торфяник	<i>j</i>	92.2	VI	<i>g<sub>2</sub></i>	30.50	X	<i>g<sub>2</sub></i>	25.03	33.1	27.1

Примечание. Возрастное состояние: *j* – ювенильное возрастное состояние, *v* – виргинильное, *g<sub>1</sub>* – молодое генеративное, *g<sub>2</sub>* – взрослое генеративное, *g<sub>3</sub>* – старое генеративное, *ss* – субсенильное.

Экологическая устойчивость популяций  
*R. carthamoides* и *S. coronata* (по состоянию на 2003 год)

Участки	Годы жизни	Возраст*	Численность по локусам, тыс. шт/га		Коэффициент вариации, С <sub>v</sub> %		Факторы смертности особей
			средние	пределы	средние	пределы	
<b><i>R. carthamoides</i>:</b>							
1. Суглинок <sup>1</sup>	VIII	<i>g<sub>3</sub></i>	0.3 – 18.4	0 – 32.9	81.9	46.0 – 133.8	избыток влажности возраст засоренность, укос сроки посева, засуха засушливые условия избыток влажности сроки укоса, влажность
2. Супесь	XIV	<i>ss</i>	6.1 – 25.5	0 – 32.7	51.5	26.8 – 88.8	
3. Супесь <sup>2</sup>	VIII	<i>v</i>	2.6 – 19.1	0 – 30.0	118.5	42.2 – 303.0	
4. Песок <sup>3</sup>	IX	<i>g<sub>1</sub></i>	0.2 – 14.7	0 – 21.4	98.0	68.8 – 157.5	
5. Песок	IX	<i>g<sub>2</sub></i>	6.1 – 26.1	1.4 – 37.1	50.9	22.8 – 86.6	
6. Торфяник	IX	<i>g<sub>2</sub></i>	1.0 – 9.0	0 – 10.0	67.9	17.4 – 109.5	
7. Торфяник <sup>4</sup>	IX	<i>g<sub>2</sub></i>	0.3 – 9.1	0 – 12.9	134.3	73.0 – 182.1	
<b><i>S. coronata</i>:</b>							
8. Суглинок <sup>1</sup>	VIII	<i>g<sub>3</sub></i>	0.5 – 13.2	0.0 – 20.0	58.3	16.9 – 73.0	избыток влажности засушливые условия дефицит влажности
9. Песок	VII	<i>g<sub>1</sub></i>	0.0 – 10.7	0.0 – 15.7	98.4	73.9 – 119.5	
10. Торфяник	IX	<i>g<sub>3</sub></i>	8.9 – 32.0	4.3 – 64.3	48.5	20.0 – 81.0	

Примечание. \*Возрастные состояния приведены аналогично табл. 5.

**Сравнительная динамика влажности в корнеобитаемом слое почвы популяций, %**

Варианты опыта	Календарные даты								
	17.4-11.5	10-23.5	25.5-14.6	18-26.6	12-17.7	03-12.8	25.8-20.9	07.10	09.11
1,8. Сулинок	<u>25.0*</u>	<u>24.8</u>	<u>24.3</u>	<u>12.6</u>	<u>11.4</u>	...	<u>17.3</u>	<u>18.2</u>	<u>24.3</u>
	29.5	28.1	27.4	14.3	13.7	...	22.1	22.5	28.8
2,3. Супесь	<u>15.8</u>	<u>13.3</u>	<u>16.4</u>	<u>4.4</u>	<u>3.0</u>	<u>3.2</u>	<u>11.1</u>	<u>13.3</u>	<u>14.3</u>
	23.4	17.5	20.6	14.7	6.3	5.9	17.5	17.3	22.9
4,5,9. Песок	<u>12.4</u>	<u>8.8</u>	<u>12.7</u>	<u>3.0</u>	<u>2.5</u>	<u>3.1</u>	<u>8.6</u>	<u>12.1</u>	<u>7.7</u>
	12.6	11.3	16.4	6.3	4.1	5.4	15.1	13.7	17.5
6,7,10. Торфяник	<u>23.9</u>	<u>8.4</u>	...	...	<u>7.7</u>	<u>4.6</u>	...	<u>22.3</u>	<u>26.3</u>
	31.5	11.9	...	...	12.1	11.9	...	22.7	36.2

**Примечание:** \*... в числителе – средние за 4 года, знаменателе – максимальные значения