ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Главный ботанический сад имени Н.В. Цицина
Белгородское отделение русского ботанического общества

Материалы
международной научно-практической конференции

«Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения», посвященная 10-летию образования Ботанического сада Белгородского государственного университета

Белгород 2009

ББК 42.37+85.118.72
С 65

Печатается по решению
научно-технического совета природного парка
«Нежеголь» Белгородского
государственного университета
и Белгородского отделения
Русского ботанического общества

Рецензенты:
Нецветаев В.П., д.б. н., профессор, БелНИИСХ РАСХН
Колчанов А.Ф., к.б..н., профессор, Белгородский государственный университет

Редакционная коллегия:
Тохтарь В.К., Сорокопудов В.Н., Новиков О.О., Сорокопудова О.А.

С 65 Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения: матер, междунар. научн.-практич. конф., Белгород, 18-21 мая 2009 года. – Белгород: ИПЦ «ПОЛИТЕРРА», 2009. – 435 с.

В сборник включены материалы докладов, заявленных на международную научно-практическую конференцию. Представленные материалы отражают проблемы по ботанике, систематике, флористике, ботаническому ресурсоведению, интродукции лекарственных, плодовых и ягодных растений, проблемы и перспективы защищенного грунта, фитотерапии, фармации, фармакологии.

Сборник предназначен для специалистов в области ботаники, охраны растительного мира, фитотерапии, фармации, фармакологии, а также для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений биологического и фармацевтического профилей

© Белгородский государственный университет

Сиротина С.С., Сиротин А.А.
ВЫРАЩИВАНИЕ АДОНИСА ЛЕТНЕГО (ADONIS AESTIVALIS L) – НЕТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ КАК ИСТОЧНИКА АСТАКСАНТИНА В УСЛОВИЯХ ЦЧЗ 275
Сороколетова Е.М., Сорокопудова О.А.
ДЕКОРАТИВНЫЕ ЛУКИ НА ЮГЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННСТИ 279
Сорокопудова О.А., Шахова И.С., Оспищева Н.В., Лабунская Н.А.
НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ, СЕЛЕКЦИИ И ВЫГОНКИ ЛИЛИЙ НА ЮГЕ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ 281
Стецович А.С., Сорокопудова О.А.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТРОДУКЦИИ *CHRYSANTHEMUM* L. НА ЮГ СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ 284
Стрелец В.Д., Филатова А.А.
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФОРМЫ АЙВЫ НИЗКОЙ (CHAENOMELES MAULEI) ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ РОССИИ 285
Стручаев В.В.
ФИТОФАГИ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ БОТАНИЧЕСКОГО САДА БЕЛГОРОДСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА 287
Сулейманова З.Н., Кашаева Г.Г.
ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ПАПОРОТНИКОВ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ОРАНЖЕРЕИ 290
Тимофеев Н.П.
ВЛИЯНИЕ 6 ВИДОВ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МИКОРИЗООБРАЗУЮЩЕГО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES* 292
Толстикова Т.Н., Еднич Е.М.
ПРИНЦИПЫ КОМПЛЕКТОВАНИЯ КОЛЛЕКЦИЙ, РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДЕНДРАРИЯ АДЫГЕЙСКОГО ГОСУНИВЕРСИТЕТА 297
Тохтарь Л.А., Сорокопудов В.Н., Коровянская Т.М.
ОЦЕНКА СОРТОВ КРАСНОЙ СМОРОДИНЫ ПО БИОХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ПЛОДОВ 299
Федулова Ю.А., Скрипникова М.К., Меженский В.Н.
ХЕНОМЕЛЕС – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ПЛОДОВАЯ КУЛЬТУРА ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ 301
Фролова Л.А., Федулова Ю.А., Скрипникова М.К.
МИТОТИЧЕСКАЯ НЕСТАБИЛЬНОСТЬ ЧИСЛА ХРОМОСОМ У ВИДА CHAENOMELES JAPONICA LINDL. И ЕЕ ПРИЧИНЫ 304
Хабибов А.Д., Хумаева У.Х., Шахбанова С.Ш.
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ МАССЫ 100 СЕМЯН *NIGELLA SATIVA* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ ВНУТРЕННЕГОРНОГО ДАГЕСТАНА 306
Царегородцев А.В., Кругляк В.В.
ПАРК КУЛЬТУРЫ И ОТДЫХА ИМЕНИ 40-ЛЕТИЯ ВЛКСМ ГОРОДА АЛЕКСЕЕВКА БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ 308
Чеснокова И.Н., Федулова Ю.А., Скрипникова М.К.
ЭНДОФИТНАЯ МИКРОБИОТА ПОБЕГОВ У РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ И ФОРМ ХЕНОМЕЛЕСА 311
Шайбаков А.Ф., Миронова Л.Н.
СЕЛЕКЦИЯ ИРИСОВ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ-ИНСТИТУТЕ УФИМСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН 313
Шипаева Г.В., Миронова Л.Н.
ЭНОТЕРА В БАШКИРИИ 316
Щербан В.А., Бондарева В.А.
ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ОТДЕЛЕ ДЕНДРОЛОГИИ ПРИРОДНОГО ПАРКА «НЕЖЕГОЛЬ» 318
Яковенко В.В., Лапшин В.И.
СОРТА ЗЕМЛЯНИКИ В КОЛЛЕКЦИИ СКЗНИИСиВ 318
Viktor Trajkovski
THE SCIENTIFIC WORK AT SWEDISH POMOLOGICAL SCIENCE CENTRE 321
Сорокопудов В.Н., Тохтарь Л.А., Бурменко Ю.В., Языкова В.В., Пацукова Н.Г., Коровянская Т.М.
ДИКОРАСТУЩИЕ ВИДЫ КРАСНОЙ СМОРОДИНЫ В КУЛЬТУРЕ 322
Тулинова Е.А., Сорокопудов В.Н., Иванова Ю.Ю., Волощенко С.С.
КСЕРОМОРФНОСТЬ КАК ПРИЗНАК АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ *FRAGARIA ANANASSA* DUCH В УСЛОВИЯХ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ 324
Огнева О.В., Мартынова Н.А., Афанасенкова О.В.
ВИДЫ РЯБИНЫ ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ 327
Федоровский В.Д.
ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ И СОРТОВ СМОРОДИНЫ В КРИВОРОЖСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ 328

Тимофеев Н.П. Влияние 6 видов минеральных удобрений на рост, развитие и продуктивность микоризообразующего лекарственного растения *Rhaponticum carthamoides* / Ботанические сады в 21 веке: Сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения. Мат-лы Междунар. научно-практической конференции. Белгород, ИПЦ Политерра, 2009. – С. 292-297.

УДК 57.017.64:581.192.1; 581.557.24

ВЛИЯНИЕ 6 ВИДОВ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МИКОРИЗООБРАЗУЮЩЕГО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЯ *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES*

Н.П. Тимофеев
НПП КХ БИО; Коряжма, Россия, timfbio@atnet.ru

В 3-х летних экспериментах исследованы факторы минерального питания, позволяющие управлять развитием и формированием надземной продукции левзеи сафлоровидной – *Rhaponticum carthamoides*. Установлено, что наблюдается селективное блокирование поглощения амидного азота и кальциевых солей фосфора из суперфосфата и мочевины, а также ингибирование ими корневой системы, которое в дальнейшем сочеталось длительным торможением роста и развития побегов. Монофосфат аммония из аммофоса и нитрат аммония из аммиачной селитры усиленно поглощались и имели прямой стимулирующий эффект на процессы заложения и ускоренного развития почек возобновления. Калий эффективно поглощался и оказывал влияние на задержку в развитии побегов непосредственно после внесения, которое со временем нивелировалось.

Исходя из продуктивности, разница между удобрениями достигает 2-кратной величины. Аммофос и аммиачная селитра стимулировали накопление фитомассы в течение 2-х лет после внесения, а мочевина и суперфосфат ингибировали. Калийные удобрения не оказывали влияния на продуктивность. Выдвинута гипотеза, что рост и развитие *R. carthamoides* зависит от деятельности микоризы, активность которого может регулироваться извне через внесение удобрений.

Ключевые слова: левзея сафлоровидная, микориза, полициклическое развитие, минеральное питание, рост и кущение побегов, продуктивность

Введение. *Rhaponticum carthamoides* (левзея сафлоровидная, маралий корень) и препараты на его основе включены в Государственную фармакопею СССР, Российской Федерации, а также в Государственный реестр лекарственных средств России [1, 2]. Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам Российской Федерации (СанПиН 2.3.2.2351-08), с 1 мая 2008 года разрешено использовать все части растения (надземные и подземные органы), их экстракты и продукты переработки в составе фармпрепаратов, одно- и многокомпонентных биологически активных добавок к пище. До недавнего времени использовались только подземные части вида [3]. Показано, что надземные части более перспективны, так как характеризуются значительно более высоким содержанием экстрактивных и действующих веществ [4, 5].

Жизнедеятельность вида базируется на полициклическом (многолетнем) развитии почек возобновления [6] и эколого-биохимических взаимоотношениях с микоризой [7]. При микроскопическом исследовании в поглощающих корнях (диаметром 0.05-0.1 мм) нами обнаружена разветвленная везикулярная эндомикориза, степень развития которой (инфицированность, обилие гифов, плотность и величина везикул) сильно различалась в зависимости от параметров среды.

По современным представлениям, микориза – трехсторонняя мутуалистическая связь в системе растение-гриб-бактерии [8-10]. Для симбиоза, в т.ч. эндофитной микоризы, характерна тесная метаболическая интеграция с растением-хозяином, включающей образование общих путей биосинтеза и катаболизма различных веществ [11]. Растения с эффективно развитой везикулярно-арбускулярной микоризой обладают способностью автономно усваивать труднодоступные элементы питания из почвы, однако микроорганизмы прикорневой зоны отрицательно реагируют на многие искусственно вносимые метаболиты. Довольно часто грибов-микоризообразователи и бактерии (в т.ч. азотфиксирующие) локализованы не во внешней, а внутриклеточной зоне корней, и их реакция на разные формы вносимого азота, фосфора и калия является неисследованной.

Цели и задачи. Исходя из необходимости познания факторов, позволяющих управлять ростом, развитием и формированием надземной продукции *R. carthamoides,* в исследованиях ставилась задача изучить эффективность 6 разных видов и форм минеральных удобрений в условиях агропопуляций Европейского Севера.

Методика. Исследования проводили в подзоне средней тайги, на юго-востоке Архангельской области (62° с.ш.). Объектами изучения служили многолетние лекарственные растения *R. carthamoides* среднегенеративного возраста (10-12 годы жизни), произрастающие на участке площадью 4 га. Режим возделывания – с междурядьями 70 см. В предыдущие 5 лет на массиве химические средства защиты, фитогормоны, минеральные и органические удобрения не применялись.

Климат умеренно-прохладный. Длительность вегетационного периода 165-186 дней, в т.ч. безморозного 105 дней. Среднегодовые суммы температур свыше 15 °С составляют 911 °С (54-57 дней); 10 °С – 1577 °С (107-110 дней). Средняя температура июля +17.4 °С, января -14.3 °С. За год выпадает 495-538 мм осадков, в том числе за теплый период 367-387 мм. Зональный коэффициент увлажнения 1.5.

Почвы участка – торфянисто-подзолистые, осушенные мелиоративные. Содержание гумуса 3.1%, калия и фосфора среднее (13.1 и 12.6 мг/100 г), pH_{KCl} слабокислая (5.4-6.0), степень насыщенность основаниями высокая (97.6 %). Азот содержится в незначительном количестве – нитратный 6.5-8.5 мг/кг, аммонийный 1.3-1.7 мг/кг.

Полевые опыты по факторам минерального питания закладывали на учетных площадках размером 160-200 м^2 (8 х 20-25 м). Всего 8 вариантов, включающих 6 видов минеральных удобрений и 2 контроля. Между смежными делянками оставлены защитные полосы шириной 2 м. Сроки внесения удобрений – через 9-10 дней после начала отрастания растений, методом ручного разбрасывания в два прохода. Использованы следующие гранулированные минеральные удобрения промышленного производства со средними дозами азота, фосфора и калия (45 кг/га по действующему веществу):

1. Контроль (1) 2005 г. – без внесения удобрений.
2. Аммиачная селитра – N_{45} (нитрат аммония NH_4NO_3).
3. Мочевина – N_{45} (карбамид $CO(NH_2)_2$), в почве переходит в углекислый аммоний $(NH_4)_2CO_3$ и в бикарбонат аммония $NH_4HCO3 + NH_4OH$.
4. Аммофос – $N_{10}P_{45}$ (фосфат аммония однозамещенный $NH_4H_2PO_4$).
5. Суперфосфат двойной – P_{45} (монофосфат кальция $10Ca(H_2PO_4)_2 \times H_20$).
6. Контроль (2) 2006 г. – без внесения удобрений.
7. Калия сульфат – K_{45} (калий сернокислый K_2SO_4).
8. Нитроаммофоска – $N_{45}P_{45}K_{45}$ ($NH_4H_2PO_4$, NH_4NO_3, $NH_4OH + KNO_3$), исходный состав подобен амофосу и аммиачной селитре, с добавлением калия.

Эффективность разового внесения удобрений отслеживали по трем генерациям побегов. По функциональности среди них различали вегетативные (состоят только из розеточных листьев) и генеративные (формируют стебель со стеблевыми листьями и соцветие). Прямое действие учитывали на 1-й генерации во время основных фаз их развития: начала бутонизации (через 2 недели после внесения), цветения (через месяц). Последействие оценивали в ходе летнего отрастания (2-я генерация) после скашивания механизированным способом (отава), и следующего весеннего (3-я генерация). Эффект сильнодействующих удобрений дополнительно прослеживали и на 3-й год.

Изучение роста и развития побегов вели на 15-20 типичных, случайно выбранных на каждую фазу развития особях, в пределах каждой опытной делянки. Динамику роста учитывали, исходя из высоты наиболее развитых побегов в составе каждой особи. Измерения проводили от уровня почвы до верхушки в выпрямленном виде. Численность учитывали от основания корневища. Продуктивность изучали на 6-10 типичных особях, надземную часть которых срезали на уровне поверхности почвы и высушивали до воздушно-сухого состояния. Основной (первый и третий) укос фитомассы проводили во время максимального развития – в фазе цветения (21-24 июня); второй укос (отава) – через 1 и 3 месяца после повторного отрастания (02 августа, 26 сентября).

Пробы для химанализа отбирали от 15-20 растений, по 2 взрослых развитых листа вегетативных побегов длиной 30-40 см, которые высушивали при комнатной температуре, измельчали и формировали средний образец методом квартования. Гигровлагу удаляли экспресс-методом, выдерживая образцы в течение 2-х часов в сушильном шкафу при температуре 120 °С [12]. Для оценки эффективности усвоения изучаемых элементов питания образцы оголяли, сжигая растительный материал в муфельной печи при температуре 470 °С в течение 6 час. Определение содержания фосфора из золы проводили ванадо-молибдатным методом, используя фотоколориметр КФК-3

(λ=452 нм); калия – пламенно-фотометрическим методом (λ=766 нм). Азот нитратов из образцов определяли методом окисления дифениламина, на приборе КФК-5 (λ=531 нм).

Математическую обработку данных проводили стандартными методами статистики. Динамику роста побегов и их численность рассчитывали как среднее из 15, продуктивность – из 6, результаты химанализа – из 3-х повторностей.

Результаты. Развитие *R. carthamoides* происходит через систему вегетативных полициклических побегов, разветвленных на 2-3 порядка. В начале отрастания почки возобновления, зимующие на многолетнем корневище, выходят из фазы покоя и развертываются в вегетативные побеги, состоящие из розеточных листьев (1-я генерация). Во время летних этапов развития из пазушных почек в основании старших побегов отрастают младшие побеги. Формирование и развитие генеративных побегов вторично, после цветения и плодоношения они отмирают, а после скашивания не отрастают. Розеточные листья после отчуждения продукции отрастают из новых вегетативных побегов (2-я летняя генерация) и вегетируют до поздней осени. Ранней весной следующего года из зимующих почек появляются побеги новой, 3-й генерации.

Вынос элементов питания. Зольность представлена суммой минеральных элементов, поглощенных корневой системой из почвы и транспортированной в листья. В варианте с суперфосфатом и мочевиной через 2 недели после внесения зольность оказалась повышенной в 1.3-1.4 раза на фоне контроля (10 %). Во время массового развития (фаза цветения) она снижается, но после летнего отрастания вновь высокая – 13.4 и 15.2 % против 10.7 %. При внесении аммофоса зольность ниже контроля в 1.1 раза, аммиачной селитры и калийных удобрений – на уровне контроля.

В разрезе отдельных элементов питания фитомасса во всех вариантах обогащена вносимыми извне фосфором, азотом и калием (рис. 1). Эффективность их накопления в листьях зависело от формы участия в составе минеральных удобрений и длительности действия. Усиленное поглощение фосфора из аммофоса происходит во время интенсивного роста и развития (фаза бутонизации), долевое участие его в золе повышено до 3.3-5.4 % против 2.3-2.5 % в контроле. Аналогичный эффект получен при использовании аммиачной селитры, но действие азота кратковременно из-за вымывания его из корнеобитаемого слоя. Калий из сульфата калия и нитроаммофоски эффективно поглощался и накапливался во всех фазах развития.

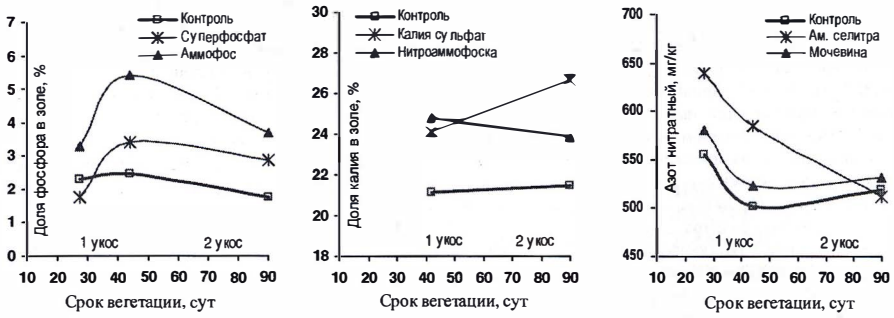

Рис. 1. Концентрирование элементов питания (фосфора, азота и калия) в листьях *R. carthamoides*

В двух других видах удобрений получены иные эффекты. В варианте с суперфосфатом фосфор на начальном этапе плохо поглощался, что может свидетельствовать об ингибировании им активности корневой системы. Аналогичная ситуация с азотом из мочевины. Таким образом, наблюдается селективное блокирование поглощения амидного азота и кальциевых солей фосфора из суперфосфата и мочевины на фоне повышенной зольности. Результаты неоднозначного действия разных форм минеральных удобрений на вынос питательных элементов из почвы могут являться свидетельством эффектов стимулирования и торможения, когда поглощенные из почвы минеральные вещества расходуются или, наоборот, не расходуются на рост и развитие.

Кущение. Общее число побегов на 1 растение (табл. 1) варьирует в пределах 50-89 шт (в среднем 71.1). Массовыми во всех вариантах являются вегетативные, по соотношению численности на генеративные приходится только 1 побег из 11 шт (90.7 %). По вегетативным побегам минимальная изменчивость во время 1-й генерации, т.е. не зависящая от факторов воздействия (4.9 %). Генеративные побеги, наоборот, характеризуются сильной изменчивостью (48.2 %). На второй год изменчивость возрастает соответственно в 1.4-1.3 раза (7.1 и 64.1 %), что можно объяснить эффектом последействия удобрений на процессы заложения и развития новых почек возобновления.

В контрольных вариантах отрастание новых побегов по генерациям равномерное (25-27…23…27-28 шт/укос). В варианте с аммофосом наблюдается эффект прямого и сильного стимулирования процессов кущения (ускоренного развития почек возобновления). Численность побегов во всех генерациях больше по сравнению с контролем (37-24-29 шт), но наиболее ярко действие аммофоса проявляется через месяц после внесения (146 %). На побегах 2-й и 3-й генерации эффективность его затухает (103-104 %).

Аммиачная селитра стимулировала развитие почек возобновления с некоторой задержкой после первоначального торможения; как следствие, число побегов 2-го укоса возросло на 30 % по сравнению с контролем (29.5 против 22.7 шт).

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений на формирование побегов *R. carthamoides* 3-х генераций

Варианты	Численность побегов, шт/особь				Вегетативные, %			Генеративные, %		
	всего	1-й укос	2-й укос	3-й укос	1-й укос	2-й укос	3-й укос	1-й укос	2-й укос	3-й укос
1. Контроль (1)	75.8	25.4	22.7	27.7	86.6	100.0	91.7	13.4	0.0	8.3
2. Ам. селитра	72.5	23.5	29.5	19.5	88.5	100.0	88.2	11.5	0.0	11.8
3. Мочевина	50.2	21.7	10,8	17.7	88.4	100.0	92.7	11.6	0.0	7.3
4. Аммофос	89.4	37.1	23.5	28.8	84.4	100.0	98.3	15.6	0.0	1.7
5. Суперфосфат	64.2	29.5	18,2	16.5	93.9	100.0	93.9	6.1	0.0	6.1
6. Контроль (2)	78.9	27.7	23.2	28.0	91.7	100.0	93.2	8.3	0.0	6.8
7. Калия сульфат	73.3	28.3	19.7	25.3	97.5	100.0	83.4	2.5	0.0	16.6
8. Нитроаммофоска	64.5	24.3	20.5	19.7	94.7	100.0	78.2	5.3	0.0	21.8
Среднее, X	71.1	27.2	21.0	22.9	90.7	100.0	90.0	9.3	0.0	10.1
Изменчивость, C_v (%)	16.4	17.6	25.4	22.1	4.9	0.0	7.1	48.2	0.0	64.1

Однако в дальнейшем, после истощения запасов азота (вымывания из почвы) наблюдалось снижение темпов развития побегов 3-й генерации, поэтому сумма трех генераций побегов за 2 года жизнедеятельности меньше контроля – 72.9 и 75.8 шт/особь. В целом соотношение числа побегов 2-3-го укоса к 1-му, принятого за 100 %, распределилось следующим образом: контроль – 100-89.4-97.6 %; аммиачная селитра – 100-125.5-83.0 %.

Мочевина оказывала сильное тормозящее действие на выход побегов из фазы покоя – общая численность побегов 3-х поколений равна 50.2 шт (68.8 % к контролю), темпы отрастания их по укосам соотносятся, как 100.0-49.8-81.6 %. Суперфосфат ингибировал развитие почек возобновления в побеги новой генерации (29.5-18.2-16.5 шт/особь или 116.1-80.2-66.5 %). От применения калийных удобрений общая численность побегов несколько ниже контроля, в первую очередь из-за торможения развития генеративных сразу же после внесения (2.5-5.3 против 8.3 % долевого участия), которое на следующий год снимается (16.6-21.8 против 6.8 %).

При дополнительном обследовании генеративных побегов на 3-й год последействия удобрений выявлено, что число их наибольшее в варианте с аммофосом (3.1 шт против 1.7 в контроле), наименьшее – с мочевиной (1.4 шт), а с аммиачной селитрой и суперфосфатом на уровне контроля (1.8 шт).

Таким образом, аммофос имеет прямой стимулирующий эффект на процессы ускоренного развития почек возобновления. Аммиачная селитра влияет на ускорение развития уже заложенных почек возобновления 2-й генерации. Мочевина ингибирует процессы заложения и развития новых почек возобновления всех 3-х генераций. Действие суперфосфата является ингибирующим для побегов 2 и 3-й генерации.

Рост побегов. Максимальная высота вегетативных побегов *R. carthamoides* во время цветения достигала 91-97 см, генеративных – 142-147 см (рис. 2). В 1-й год после внесения аммиачной селитры вегетативные побеги несколько опережали в росте контрольный вариант во всех фазах развития (на 7.4-7.2-2.3 %), но на 2-й год последействия (3-й укос) наблюдалось их отставание (88.7 % к контролю).

В варианте с аммофосом на первых этапах развития высота побегов близка к контролю (74.2 см против 74.5 см на 01 июня), но во время фазы цветения 1-го и 3-го укосов наблюдалась небольшая задержка (87.7-87.6 см в сравнении с 90.9-96.2 см). Данный факт можно объяснить недостатком питательных веществ для обеспечения интенсивного роста возросшего числа побегов (37.1 против 25.4 шт), что сказалось и на снижении зольности во время фазы цветения (с 11.3 до 7.6 %).

Мочевина ингибировала рост обоих типов побегов: у вегетативных на протяжении всех 3-х генераций (85.5-87.3-89.5 % от контроля в 1-й год, 84.1 % на 2-й год), у генеративных в 1-й год (77.2 % к контролю). Суперфосфат вызывал торможение роста вегетативных побегов на всем протяжении сроков вегетации, динамика его действия во времени сходна с действием мочевины (см. рис. 2).

Прямой эффект сульфата калия связан с торможением роста сразу после внесения – у вегетативных побегов высота через 2 недели составляет 45.5 см против 55.8 см в контроле. В дальнейшем разница нивелировалась – динамика роста меняется как 81.5-90.3-97.3-105.3 % по отношению контролю. Аналогичное, но более сильное действие сульфат калия оказал на торможение роста генеративных побегов – высота их 71.8-87.3-96.2 % на фоне контроля.

В варианте с нитроаммофоской торможение роста менее значимо по сравнению с сульфатом калия (91-95 % для вегетативных и 82-93 % для генеративных). К концу вегетации эффект торможения меняется на противоположный эффект стимулирования (70.5 против 60.3 см, или 116.9 % к контролю). Вегетирующие побеги остаются темно-зелеными до конца сентября, в отличие от светло-зеленой окраски в контроле.

Таким образом, эффект мочевины и суперфосфата связан с длительным торможением роста побегов после внесения. Действие калийных удобрений связано с прямым торможением сразу после внесения, которое со временем нивелируется. Аммиачная селитра стимулирует рост побегов непосредственно после внесения, но на второй год наблюдается отставание.

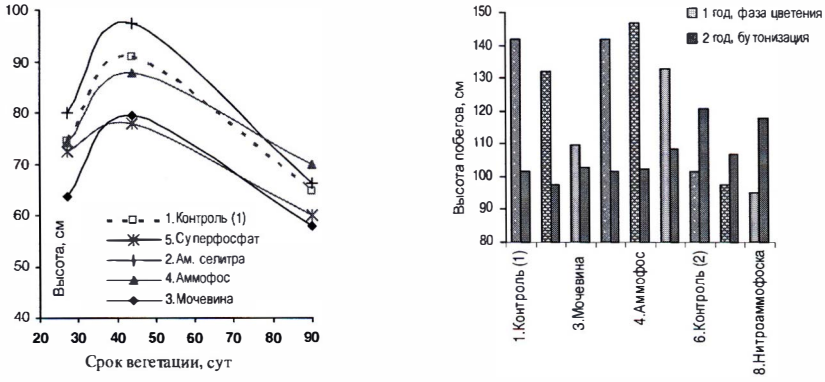

Рис. 2. Влияние азотно-фосфорных удобрений на рост побегов *R. carthamoides*
а) вегетативных в 1-й год (слева), б) генеративных на 1-2 год (справа)

Продуктивность. Результирующее интегральное действие разных видов и форм удобрений выявлялось по продуктивности надземной фитомассы (3 укоса за 2 года), включающей как прямое действие, так и последействие (рис. 3). В целом разница между разными формами удобрений достигает 2-кратной величины; в т.ч. по азотным – 1.71, фосфорным – 1.75, калийным – 1.02 раза. Структура укосов при внесении азотно-фосфорных удобрений незначительно смещена ко времени их внесения – доля 1-го укоса 35 % при 29 % в контроле.

Рис. 3. Суммарная продуктивность надземной фитомассы *R. carthamoides* (слева)
и ее структура (справа) за 3 укоса (Архангельская область, подзона средней тайги, 2005-2007 гг.)

Наиболее эффектным среди всех испытанных видов оказались аммофос и аммиачная селитра. Суммарная величина продукции в варианте с аммофосом равна 663 с 1 растения, что в 1.3 раза больше, чем на участке без удобрений (523 г). Аммиачная селитра стимулировала накопление фитомассы в 1.1 раза (580 г).

Наименьший выход продукции зафиксирован в варианте с мочевиной (339 г), затем с суперфосфатом (379 г), т.е. их применение привело к ингибированию в 1.5-1.4 раза. Общая прибавка продуктивности от применения калийных удобрений незначительная – 4.9 % от сульфата калия, 2.6 % от нитроаммофоски (517-506 против 493 г).

Длительность жизни розеточных листьев при внесении калийных удобрений возрастает, поэтому численность их во фракции взрослых больше контроля в обоих укосах (из-за снижения числа отмерших). В том числе в варианте сульфатом калия – больше на 28.1 и 6.5 %, с нитроаммофоской – на 16.9 и 36.4 %. Однако, листья мельче (3.5-3.6 г против 3.9 г во время цветения, 1.1 г против 1.3 г у отавы), поэтому прибавка величины продуктивности отсутствует. Выявленная закономерность свидетельствует о стимулировании развития отдельных органов калием за счет перераспределения органических веществ в пределах надземной сферы, но без мобилизации ресурсов подземной.

Таким образом, аммофос и аммиачная селитра стимулировали накопление фитомассы в течение 2-х лет после разового внесения, а мочевина и суперфосфат ингибировали. Калийные удобрения не оказывали влияли на продуктивность.

Выводы. При изучении отзывчивости микоризообразующего растения *Rhaponticum carthamoides* на 6 видов минеральных удобрений установлено, что реакция на разные формы азота, фосфора и калия является неоднозначной. Наблюдается селективное блокирование поглощения амидного азота и кальциевых солей фосфора из суперфосфата и мочевины, а также ингибирование ими корневой системы, которое в дальнейшем сочеталось длительным торможением роста и развития побегов. Мочевина ингибирует процессы заложения и развития новых почек возобновления всех 3-х генераций. Действие суперфосфата слабее и является ингибирующим для побегов 2 и 3-й генерации.

Монофосфат аммония из аммофоса усиленно поглощается и имеет прямой стимулирующий эффект на процессы заложения и ускоренного развития почек возобновления. На побегах 2-й и 3-й генерации эффективность его затухает. Аналогичный эффект получен от нитрата аммония при использовании аммиачной селитры, но действие азота кратковременно из-за вымывания его из корнеобитаемого слоя. Удобрение стимулирует рост побегов непосредственно после внесения и ускоряет развитие уже заложенных почек возобновления 2-й генерации.

Калий из минеральных удобрений эффективно поглощался и оказывал влияние на задержку в развитии побегов непосредственно после внесения, которое со временем нивелировалось. Присутствие в нитроаммофоске нитрата и фосфата аммония ослабляло его тормозящее действие по сравнению с сульфатом калия.

Исходя из интегрального влияния на формирование продукции, разница между удобрениями достигает 2-кратной величины; в т.ч. по азотным – 1.71, фосфорным – 1.75, калийным – 1.02 раза. Аммофос и аммиачная селитра стимулировали накопление фитомассы в течение 2-х лет после разового внесения, а мочевина и суперфосфат ингибировали. Калийные удобрения не оказывали влияния на продуктивность.

Благодарности. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Гранта Администрации Архангельской области и РФФИ (Грант № 08-04-98840).

Литература

1. Государственная фармакопея СССР. Издание IX, X, XI (в 2-х т.). М., 1961; 1968; 1987; 1990.
2. Государственный реестр лекарственных средств. М., 1995; 1998.
3. Корневище с корнями рапонтикума сафлоровидного (левзеи сафлоровидной). Фармакопейная статья ФС 42-2707-90. Москва, Минздрав СССР, 1990, 7с.
4. Тимофеев Н.П., Лапин А.А., Зеленков В.Н. Оценка качества лекарственного сырья левзеи сафлоровидной методом бромной антиокислительной емкости // Бутлеровские сообщения, 2006, 8(2): 35-40.
5. Тимофеев Н.П. Накопление экстрактивных веществ в лекарственном сырье левзеи сафлоровидной под влиянием факторов почвенно-минерального питания. В сб. "Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья". Барнаул, Изд-во Алт. ун-та, 2007, 2: 165-170.
6. Постников Б.А. Маралий корень и основы введения его в культуру. Новосибирск, СО РАСХН, 1995, 276с.
7. Тимофеев Н.П. Биологические основы промышленного возделывания левзеи сафлоровидной и серпухи венценосной в агроценозе. В сб. "Эколого-популяционный анализ полезных растений: интродукция, воспроизводство, использование ". Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 2008, 194-196.
8. Bonfante P. Plants, Mycorrhizal fungi and endobacteria: a dialog among cells and genomes // Biological Buletin, 2003, 204: 215-220.
9. Лобакова Е.С. Ассоциативные микроорганизмы растительных симбиозов: Дис. д-ра....биол. наук. Москва, МГУ, 2004, 287с.
10. Johnson D., Ijdo M., Genney D.R., Anderson I.C., Alexander I.J. How do plants regulate the function, community structure, and diversity of mycorrhizal fungi? // J. Experimental Botany, 2005, 56(417):1751-1760.
11. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Симбиогенетика микробно-растительных взаимодействий // Экологическая генетика, 2003, I: 36-46.
12. Разумов В.А. Справочник лаборанта-химика. М., Россельхозиздат, 1986, 304с.