

*На правах рукописи*



**ЗАХАРОВА**  
**Елена Ивановна**

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ  
НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА  
*FABACEAE* Lindl. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В НИЖЕГОРОДСКОМ  
ПОВОЛЖЬЕ**

Специальность: 03.02.08 – экология (биология)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук

Нижний Новгород

2012

Работа выполнена на кафедре лесных культур Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
**Бессчётнова Наталья Николаевна**

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
**Любимов Валерий Борисович**

доктор биологических наук, профессор  
**Охапкин Александр Геннадьевич**

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет леса»

Защита диссертации состоится «28» марта 2012 г. в 15<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д212.166.12 при Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, д. 23, корп. 1, биологический факультет.

E-mail: dis212.166.12@gmail.com

факс: (831) 462-30-85

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ННГУ им. Н.И. Лобачевского, с авторефератом – в сети Интернет на сайте ННГУ им. Н.И. Лобачевского по адресу: <http://www.unn.ru>.

Автореферат разослан «21» февраля 2012 г.

Учёный секретарь диссертационного совета, кандидат биологических наук



М.С. Снегирева

## Введение

### Актуальность исследований.

Обострение экологических проблем, связанное с усилением эксплуатационной нагрузки на популяции древесных и кустарниковых растений, обуславливает возрастание значения лесов как природных систем, выполняющих санитарные, защитные, рекреационные функции, регулирующих важнейшие параметры среды. Масштабы антропогенного воздействия на естественные и искусственные насаждения требуют принятия безотлагательных мер, направленных на восстановление и расширение их биологического разнообразия, усиление эксплуатационных, санитарно-гигиенических и декоративно-эстетических свойств, повышение устойчивости к широкому спектру неблагоприятных факторов среды. Нередко эффективное решение указанных задач возможно только на базе использования самого широкого ассортимента видов, характеризующихся различными признаками и выраженным адаптивным потенциалом. С особой остротой подобные проблемы стоят в регионах с развитой промышленной и транспортной инфраструктурой, в пределах крупных урбанизированных территорий. Нижегородская область относится к их числу.

В вопросах расширения биологического разнообразия экосистем урбанизированных территорий большая роль отводится интродукции новых растений, способных создавать продуктивные и экологически устойчивые искусственные сообщества древесно-кустарниковой растительности (Цуцупа, 2001, 2008; Маслюк, 2008).

Среди интродуцированных в Нижегородском Поволжье древесно-кустарниковых растений большого внимания заслуживают такие представители семейства *Fabaceae* Lindl. как *Robinia pseudoacacia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Caragana arborescens* Lam. Являясь ксерофитами и олиготрофами, обладая устойчивостью к антропогенным нагрузкам и промышленным выбросам, они способны образовывать сложные фитоценозы, вместе с основными лесообразователями Нижегородского Поволжья, а так же могут быть широко использованы в озеленении городов и поселков.

Данные виды до настоящего времени не получили широкого распространения в фитоценозах области, поэтому изучение проблемы их акклиматизации весьма актуально.

### Цель исследований.

Выявление эколого-морфологических и эколого-физиологических механизмов адаптации *Robinia pseudoacacia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Caragana arborescens* Lam., определяющих стратегии их существования в условиях Нижегородского Поволжья.

### Задачи исследований.

1. Определить климатические особенности пункта интродукции в сравнении с природными ареалами интродуцентов с позиции их экологических особенностей.

2. Выявить эколого-морфологические механизмы адаптации изучаемых древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., в условиях Нижегородского Поволжья.

3. Оценить эколого-физиологическое состояние древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. в условиях интродукции по динамике важнейших запасных веществ, темпам нарастания и ходу лигнификации ксилемы и флоэмы, глубине периода зимнего покоя, по количественному содержанию пигментов в перидерме годичных побегов, и их роль в процессах адаптации.

4. Установить оптимальный способ размножения для изучаемых древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., при адаптации к природно-климатическим условиям Нижегородского Поволжья.

5. Оценить степень адаптации древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. на основе общепринятой единой интегральной шкалы и определить их перспективность для дальнейшего культивирования на территории Нижегородского Поволжья.

6. Выявить возможность использования *Robinia pseudoacacia* L. при создании искусственных фитоценозов различного целевого назначения.

#### Новизна результатов научных исследований.

Впервые при интродукции на территории Нижегородского Поволжья изучены эколого-морфологические адаптации некоторых древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. к воздействию экологических факторов пункта интродукции.

Впервые получены данные о эколого-физиологической адаптации разных видов семейства *Fabaceae* Lindl., которые позволяют выявить индивидуальные особенности их реакции в новых условиях существования, а так же общие закономерности адаптивной динамики метаболизма растений.

Научно-практическая значимость исследований. Полученные в ходе работы результаты дополняют основные положения факториальной экологии демонстрацией морфологических и физиологических адаптаций древесно-кустарниковых растений (на примере представителей семейства *Fabaceae* Lindl.) к новым условиям существования.

Проведённые исследования подтверждают перспективность обогащения дендрофлоры Нижегородского Поволжья древесно-кустарниковыми видами семейства *Fabaceae* Lindl. и возможность включения их в перечень видов пригодных для использования в озеленении, и создания искусственных фитоценозов различного целевого назначения на урбанизированных территориях.

Разработаны и внедрены новые технологические приёмы размножения некоторых древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. в условиях Нижегородского Поволжья. Даны рекомендации по подбору участков для создания искусственных фитоценозов с участием *Robinia pseudoacacia* L.

Результаты научной работы внедрены в производство, что подтверждено двумя актами о внедрении. Материалы исследований используются в учебном процессе на факультете лесного хозяйства НГСХА.

На защиту выносятся следующие положения.

1. В условиях Нижегородского Поволжья древесно-кустарниковые виды семейства *Fabaceae* Lindl. обладают высокой семенной продуктивностью, что свидетельствует об их адаптированности к комплексу экологических факторов района интродукции.

2. В условиях Нижегородского Поволжья у древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. выявлены изменения эколого-морфологических параметров репродуктивных органов, позволяющих им успешнее адаптироваться к новым условиям.

3. Устойчивость древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. к зимним условиям Нижегородского Поволжья обусловлена эколого-физиологическими механизмами адаптации: специфическим режимом накопления запасных питательных веществ, обеспечивающих усиление резистентности к отрицательным температурам, высокой степенью лигнификации клеток ксилемы, повышением количества каротиноидов, нахождением в состоянии стабильного органического покоя.

Апробация работы. Основные результаты работы были представлены и доложены на Научно-практической конференции посвящённой 75-летию НГСХА «Актуальные проблемы лесного хозяйства Нижегородского Поволжья и пути их решения» (Нижний Новгород, 2005); V Международной научно-технической конференции «Лесной комплекс: состояние и перспективы развития» (Брянск, 2005); VII Международной научно-технической конференции «Лес-2006» (Брянск, 2006); Международной научно-практической конференции «Лесной комплекс: состояние и перспективы» (Сыктывкар, 2006); VII Международном симпозиуме «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования» (Пушино, 2007); IV Всероссийской Internet-конференции (с международным участием) «Проблемы экологии в современном мире» (Тамбов, 2007); VIII Международной научно-технической конференции «Лес-2006» (Брянск, 2007); III Международном интернет-семинаре «Лесное хозяйство и зелёное строительство в Западной Сибири» (Томск, 2007); Всероссийской научной студенческой конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам посвящённой 75-летию МарГТУ «Научному прогрессу – творчество молодых» (Йошкар-Ола, 2007); X Международной научно-практической конференция «Экологические проблемы современности» (Майкоп, 2007); I Международной научно-практической интернет-конференции «Леса России в XXI веке» (Санкт-Петербург, 2009); 8 специализированной выставке «Леспроминдустрия 2010» (Нижний Новгород, 2010); а также на ежегодных научных конференциях факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии (2006 – 2010 гг.).

Публикации. По материалам диссертации было опубликовано 14 научных статей, из них 3 – в журналах рекомендованных ВАК РФ.

Личный вклад автора состоит в постановке целей и задач исследований, разработке программы, выборе и уточнении методов исследований, подборе

объектов исследований, сборе первичного материала в процессе полевых и лабораторных опытов, его математической обработке и анализе.

Обоснованность и достоверность результатов работы обеспечена значительным объемом экспериментального материала, привлечением эффективного методического аппарата его обработки, длительным сроком наблюдений и их достаточной повторностью, подтверждена критериями статистической достоверности результатов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения, выводов, рекомендаций производству, списка работ, опубликованных по теме диссертации, списка литературы, 6 приложений. Она написана на 146 страницах основного текста, содержит 14 таблиц и 38 рисунков. Список литературы включает в себя 695 источников, в том числе 52 на иностранных языках.

## **Глава 1. Теоретические основы и принципы интродукции**

### **1.1. Интродукция и её роль в повышении продуктивности и улучшении состава растительных сообществ**

В главе приводится обзор литературных источников, отечественных и зарубежных авторов, посвященных изучению теории интродукции и адаптации растений, и их роли в расширении биологического разнообразия растительных сообществ (Нестерович, 1950, 1955, 1959; Аврорин, 1959, 1973; Базилевская, 1964; Цицин, 1970; Воронцов, 1971; Коновалов, 1973; Русанов, 1958, 1974; Титова, 1977; Лапин, Калуцкий и др., 1979; Некрасов, 1973, 1980; Петровская-Баранова, 1983; Сироткин, 1988; Дроздов, 1985, 2000; Царёв и др., 2002; Карпун, 2004; Пчелин, 1997, 2007; Dobzhansky, 1970; Stebbins, 1973 и др.).

### **1.2. Дендрологическая характеристика древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.**

Приводится ботаническая характеристика *Robinia pseudoacacia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Caragana arborescens* Lam., их систематическое положение, особенности онтогенеза и сезонного развития, морфогенеза, размножения и использования. Приводятся сведения о их интродукции на территорию России (Собинов, 1947; Щепотьев, 1962, 1975; Щербацевич, 1973; Калуцкий и др., 1986; Крючков, 1987, 2004; Godfrey, 1988; Little, 1979; Mohlenbrock, 1986; Munz, 1974; Weber, 1996 и др.).

## **Глава 2. Сравнительный анализ природно-климатических условий естественных ареалов древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. и пункта интродукции (территории Нижегородского Поволжья)**

Взаимодействие организма со средой обитания определяет успех акклиматизации к новым условиям произрастания (Ткаченко, 1939; Сукачев, 1972; Одум, 1975; Бигон, 1989 и др.). Для акклиматизации растений особое значение имеют природно-климатические факторы. В новых условиях произрастания растения подвергаются воздействию комплекса непривычных условий (Лебедев, 1953). Глава содержит сравнительную характеристику

природно-климатических показателей естественных ареалов интродуцированных растений с интродукционными возможностями Нижегородского Поволжья, а так же с биологическими и экологическими характеристиками изучаемых видов.

### **Глава 3. Условия, объекты и методы проведения исследований**

Условия проведения исследований. Полевые исследования проводились на базе питомника-дендрария ГП НО «Дзержинский лесхоз» и Ботанического сада Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского. Период проведения работ 2006 – 2010 гг.

Объекты исследований. Объектами исследования служили древесно-кустарниковые виды семейства *Fabaceae* Lindl., имеющиеся в коллекции питомника-дендрария ГП НО «Дзержинский лесхоз»: *Robinia pseudoacacia* L., *Amorpha fruticosa* L., *Caragana arborescens* Lam.

Методика. Исследования проводились полевым стационарным и лабораторными методами с привлечением общепризнанных методических схем организации работ и построения выборок, статистическая обработка первичной информации и дисперсионный анализ осуществлялись по общепринятым методикам (Плохинский, 1961; 1967; Снедекор, 1961; Меркурьева, 1970; Доспехов, 1973; 1985; Никитин и др., 1978; Лакин, 1980; Зайцев, 1984; Гатаулин, 1992) с использованием электронных таблиц «Excel» (Хэлворсон и др. 2000; Леонтьев, 2002; Макарова, 2002) и статистического пакета прикладных программ STATISTICA v.6.0.

Изучению подвергались наиболее информативные признаки, отражающие адаптационные возможности экзотов в пункте интродукции.

Изучение морфологических параметров интродуцентов. Изучение интродуцентов в новых условиях существования, оценка перспективности их использования базируется на данных инвентаризации (Методика проведения единой инвентаризации интродуцированных лесных пород, 1986; Методика инвентаризации городских зелёных насаждений, 1997; Булыгин, 1999; Дроздов, 2000; Назарова, 2010; Агафонова, 2011). В соответствии с вышесказанным была проведена подеревная инвентаризация 57 экземпляров робинии лжеакации, 64 – аморфы кустарниковой и 42 – караганы древовидной, находящихся на генеративной стадии развития.

Морфометрические параметры семян измеряли в соответствии с общепринятыми методиками (Некрасов, 1973; Семенютина, 1980; Плотникова, 1988; Лазарева, 2002; Буторова, 2010 и др.). Линейные параметры определяли электронным штангенциркулем ELECTRONIC DIGITAL CALIPER, с точностью 0,01мм, массу – на лабораторных весах ВЛР – 200g – М 2 класс, с точностью 0,001г. Полученные показатели сопоставлялись с таковыми в основной части культурного ареала. Посевные качества семян определялись в соответствии с действующими стандартами (ГОСТ 13056.6 – 97).

Способность к вегетативному размножению методом зелёного черенкования изучалась в два срока – в конце июня и середине июля 2007 г. Оценивалось влияние стимуляторов роста на темпы укоренения: гетероауксин –

действующее вещество (ДВ) β-индолилуксусная кислота (концентрация: 2 г на 1 л воды; экспозиция: 16 ч), корневин – ДВ индолилмасляная кислота (1г препарата на 1л воды; 6 ч), эпин – ДВ брассиностероиды (фитогормоны класса стероидов) (1 мл на 1 л воды; 12 ч), ростень – ДВ тритерпеновые кислоты (0,2 мл на 1 л воды; 12 ч), циркон – ДВ гидроксикоричные кислоты (1 мл на 1 л воды; 18 ч). Контролем выступили черенки, находящиеся до посадки в воде комнатной температуры.

Изучение семенного размножения проведено в соответствии с методикой проведения полевого опыта (Доспехов, 1973) и включало выявление оптимальных методов подготовки семян к посеву.

Изучение физиологического состояния растений. Оценка соответствия ритмов сезонного развития растений ходу сезонных изменений погодных условий давалась по результатам анализа динамики содержания важнейших запасных веществ (крахмал, липиды) в годичных побегах и темпов их лигнификации с привлечением гистохимических методов (Сабинин, 1963; Конарев, 1966; Генкель и др., 1964; Гродзинский и др., 1964; Барская, 1967; Фурст, 1979; Бессчётнова, 2005, 2008; Буданцев, 2008).

Изучение пигментного аппарата изучаемых видов, осуществлялось в соответствии с общепринятыми методиками, с помощью спектрофотометрического анализа (Ермаков и др., 1952; Максимов, 1958; Максимов, 1978; Ермаков и др., 1987; Гонтарь и др., 2006; Бессчётнова, 2010).

Длительность и глубина периода покоя изучалась методом регистрации термоиндуцированных изменений внешних условий (Бейдеман, 1974; Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР, 1987).

Оценка интродукционной перспективности. Адаптированность древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., к новым экологическим условиям, определялась методом интегральной оценки, разработанным в отделе дендрологии Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (Лапин и др., 1973, 1979; Плотникова, 1988).

Оценка влияния экологических факторов на состояние робинии лжеакации в искусственных фитоценозах. Для выявления степени приспособляемости робинии лжеакации к новым экологическим условиям был создан искусственный фитоценоз из сосны обыкновенной, в качестве доминанта и робинии – в качестве спутника. Для выявления приживаемости, роста и состояния робинии лжеакации были проведены обследования данного искусственно созданного фитоценоза осенью 2006 г., 2007 г. и 2008 г.

#### **Глава 4. Особенности морфологии, репродуктивной деятельности и размножения некоторых древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. в условиях интродукции**

##### **4.1. Морфологический анализ древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., интродуцированных в Нижегородском Поволжье**

Подеревная инвентаризация интродуцентов показала, что большинство экземпляров робинии лжеакации относится к деревьям третьей величины,



несколько экземпляров к деревьям второй величины. Представители караганы древовидной и аморфы кустарниковой являются кустарниками высотой 2 – 4 м.

Возраст обследованных растений робинии лжеакации в процентах от общего числа: 10 – 20 лет – 37 %, 20 – 40 лет – 28 %, 40 – 60 лет – 21 %, свыше 60 лет – 14 %. Все они вступили в генеративную стадию развития.

Санитарное состояние обследованных растений хорошее. Большинство из них не имеют признаков ослабления и отнесены к категории здоровых.

Высота среднемоделного дерева робинии лжеакации, произрастающей в дендрарии, составляет 12,7 м, диаметр – 12,8 см. Средняя высота караганы древовидной составляет 3 м, аморфы кустарниковой – 4 м.

Все исследуемые виды характеризуются обильным плодоношением (урожайность 4 – 5 баллов).

У всех изучаемых видов в условиях интродукции происходит семенное возобновление. В большинстве случаев самосев отмечался вблизи материнского растения. Возраст самосева колебался от 1 до 10 лет. У караганы древовидной и аморфы кустарниковой отмечено корнеотпрысковое возобновление. У робинии лжеакации прижизненного вегетативного размножения на территории питомника-дендрария не зафиксировано.

#### 4.2. Характеристика семян и их посевных качеств древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., интродуцированных в Нижегородском Поволжье

Семена исследованных видов семейства *Fabaceae* Lindl. по морфологическим признакам показали результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Статистические показатели признаков семян древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. в условиях Нижегородского Поволжья

Объекты	Статистические показатели			
	$X \pm m_x$	min	max	P, %
Масса, г				
<i>Caragana</i> Lam.	0,029±0,0007	0,006	0,041	2,4
<i>Amorpha</i> L.	0,005±0,0001	0,003	0,008	2,6
<i>Robinia</i> L.	0,018±0,0002	0,011	0,022	1,3
Длина, мм				
<i>Caragana</i> Lam.	4,687±0,06	3,28	6,3	1,4
<i>Amorpha</i> L.	3,966±0,02	3,28	4,6	0,6
<i>Robinia</i> L.	4,367±0,01	3,76	4,8	0,3
Ширина, мм				
<i>Caragana</i> Lam.	2,971±0,03	2,13	3,7	1,0
<i>Amorpha</i> L.	1,452±0,01	1,00	1,9	0,8
<i>Robinia</i> L.	2,882±0,02	2,40	3,2	0,8
Толщина, мм				
<i>Caragana</i> Lam.	2,720±0,03	1,46	3,9	1,3
<i>Amorpha</i> L.	0,959±0,02	0,31	1,6	2,2
<i>Robinia</i> L.	1,760±0,01	1,27	2,0	0,4

Сравнение параметров семян (см. табл. 1) в пункте интродукции с литературными источниками (Указания по лесному семеноводству в РФ, 2000)

показало их смещение в сторону уменьшения. Величина точности определения выборочной средней (Р, %) не превышает 5% по всем показателям.

Для выявления посевных качеств семян были проведены лабораторные анализы определения всхожести и энергии прорастания. Семена робинии лжеакации кроме Дзержинского дендрария были заготовлены в городах Новороссийск, Сочи, Брянск и Нижний Новгород. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Посевные качества семян некоторых древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.

Объекты	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %	Из не проросших оказалось, %		
			здоровых	загнивших	пустых
<i>Caragana</i> Lam.	25	73	6	3	8
<i>Amorpha</i> L.	79	83	7	-	10
<i>Robinia</i> L. (Дзержинск)	58	85	3	4	8
<i>Robinia</i> L. (Н. Новгород)	77	80	5	8	7
<i>Robinia</i> L. (Брянск)	49	66	15	9	10
<i>Robinia</i> L. (Новороссийск)	60	77	10	5	7
<i>Robinia</i> L. (Сочи)	45	86	8	-	6

Семена местной репродукции (Нижегородское Поволжье) продемонстрировали достаточно высокие посевные качества у всех видов. Высокими темпами прорастания характеризовалась аморфа кустарниковая – её семена относились ко второму классу качества (ГОСТа 13853 – 78). Посевные качества караганы древовидной отнесены к третьему классу качества.

Сравнительная оценка технической всхожести семян робинии лжеакации разного происхождения показала, что наиболее высокие результаты имели семена, полученные в Нижегородской области и из г. Сочи. Ниже оказалась техническая всхожесть семян из г. Новороссийска, самый низкий результат у семян из Брянска. Это можно объяснить разными в широком смысле условиями их формирования (почвы, тепло и пр.), что определило различия в толщине и степени кутинизации, собственно развитием механических тканей оболочки. При анализе не проросших семян было выявлено три категории – здоровые, загнившие и пустые.

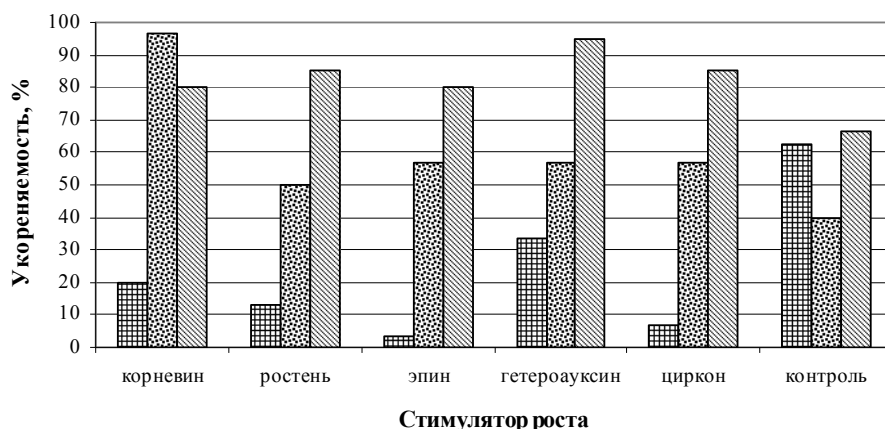
#### **4.3. Оценка эффективности вегетативного и семенного способов размножения интродуцированных в Нижегородском Поволжье древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.**

Способность к вегетативному размножению методом зелёного черенкования изучалась в 2 срока – июне и июле 2007 г. Такой подход обусловлен необходимостью установления наиболее оптимальных сроков для данного способа размножения.

Результаты первого опыта по укоренению черенков учитывались на 130 день, что отражают данные рис. 1.

Лучшие результаты при постановке опыта в июне продемонстрировала карагана древовидная – укоренилось от 60 до 95 % черенков обработанных стимуляторами роста и 67% – водой. У аморфы кустарниковой укоренилось от

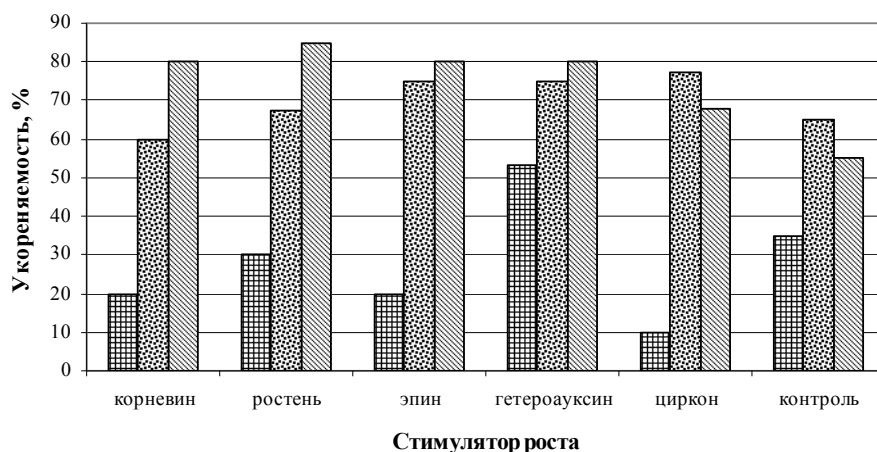
50 до 97 % черенков, обработанных стимуляторами и 40 % – водой. Худшие результаты у робинии лжеакация: от 3 до 33 % черенков, обработанных стимуляторами корнеобразования и 63 % находящихся до посадки в воде.



■ Robinia pseudoacacia L. ■ Amorpha fruticosa L. ■ Caragana arborescens Lam.

Рис. 1. Влияние стимуляторов роста на укореняемость черенков древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. (июнь 2007 г.)

Результаты второго опыта (июль) по укоренению черенков учитывались на 110 день, что отражают данные рис. 2.



■ Robinia pseudoacacia L. ■ Amorpha fruticosa L. ■ Caragana arborescens Lam.

Рис. 2. Влияние стимуляторов роста на укореняемость черенков древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. (июль 2007 г.)

Лучшей укореняемостью, при постановке эксперимента в июле, характеризовалась карагана древовидная. Худшей укореняемостью, как и в первом опыте, характеризовалась робиния лжеакация.

Морфологические параметры укоренившихся черенков, в первом опыте, представлены на рис. 3.

Влияние разных стимуляторов на формирование анализируемых признаков всех исследуемых видов неодинаково (см. рис. 3).

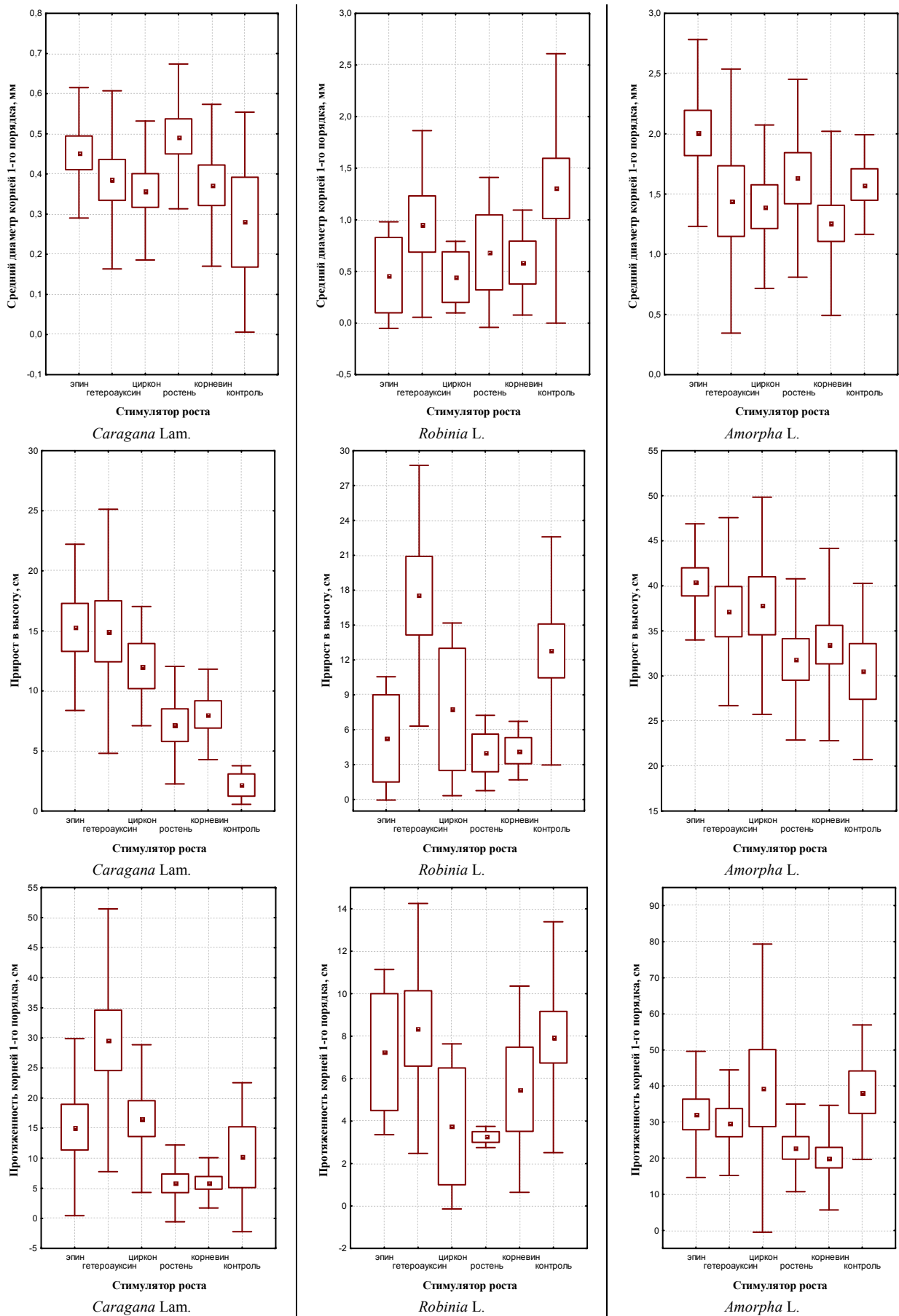


Рис. 3. Размах значений признаков, укоренившихся черенков древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. (июнь 2007 г.)

У караганы древовидной лучшие результаты показали черенки, обработанные гетероауксином, который способствовал формированию наиболее длинных корневых систем, с наибольшим числом корней первого порядка и высокий прирост надземной части.

Лучшее влияние на укореняемость и рост черенков робинии лжеакации так же оказал гетероауксин – по всем признакам черенки продемонстрировали наиболее высокие значения. Высокие показатели оказались у контроля. На корнях контроля были зафиксированы клубеньковые бактерии. У черенков всех видов, обработанных стимуляторами их не обнаружено. Росту черенков аморфы кустарниковой в наибольшей степени способствовали эпин и гетероауксин.

Лучшее влияние на параметры черенков, укореняемых в июле, как и в первом опыте, оказал гетероауксин.

Проведённый двухфакторный дисперсионный анализ, позволил установить являются ли различия между черенками, укорененными в разные сроки, а так же обработанными разными стимуляторами достоверными (табл. 3).

Таблица 3

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа признаков укоренившихся черенков, древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.

Признаки	Критерий Фишера (по факторам)						Сила влияния фактора			
	А		В		АВ		А	В	АВ	Z
	F <sub>оп</sub>	F <sub>05</sub>	F <sub>оп</sub>	F <sub>05</sub>	F <sub>оп</sub>	F <sub>05</sub>	h <sup>2</sup>	h <sup>2</sup>	h <sup>2</sup>	h <sup>2</sup>
<i>Caragana arborescens</i> Lam.										
Средний диаметр корней 1-го порядка, мм	13,17	1,7	0,05	3,8	0,17	1,7	0,10	0,00	0,00	0,90
Прирост в высоту, см	15,89	1,7	1,14	3,8	0,74	1,7	0,27	0,01	0,00	0,72
Протяжённость корней 1-го порядка, см	3,61	1,7	0,68	3,8	0,82	1,7	0,02	0,00	0,00	0,98
Количество корней 1-го порядка, шт.	29,53	1,7	1,66	3,8	0,96	1,7	0,21	0,01	0,00	0,78
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.										
Средний диаметр корней 1-го порядка, мм	6,16	1,7	0,45	3,8	0,21	1,7	0,12	0,00	0,00	0,88
Прирост в высоту, см	12,83	1,7	0,95	3,8	0,75	1,7	0,26	0,00	0,00	0,74
Протяжённость корней 1-го порядка, см	6,95	1,7	0,65	3,8	0,38	1,7	0,13	0,00	0,00	0,87
Количество корней 1-го порядка, шт.	6,58	1,7	0,11	3,8	0,11	1,7	0,13	0,00	0,00	0,87
<i>Amorpha fruticosa</i> L.										
Средний диаметр корней 1-го порядка, мм	58,28	1,7	0,34	3,8	0,68	1,7	0,29	0,00	0,00	0,71
Прирост в высоту, см	210,9 5	1,7	0,24	3,8	0,83	1,7	0,60	0,00	0,00	0,40
Протяжённость корней 1-го порядка, см	23,78	1,7	0,60	3,8	0,43	1,7	0,14	0,00	0,00	0,86
Количество корней 1-го порядка, шт.	22,41	1,7	0,37	3,8	0,15	1,7	0,14	0,00	0,00	0,86

Учитывалось действие на анализируемые признаки факторов: А – различия по срокам черенкования; В – различия в обработке стимуляторами роста; АВ – взаимодействие влияния различий между сроками черенкования и

различий в обработке стимуляторами роста; Z – влияние неорганизованных (случайных) факторов, вызывающих остаточную дисперсию.

У караганы зафиксировано наличие существенных различий по фактору А по всем признакам: все опытные значения F-критерия Фишера превосходят соответствующие табличные значения на 5% уровне ( $F_{\text{ср. диаметр корней 1-го порядка}}=13,17$ ;  $F_{\text{прирост в высоту}}=15,89$ ;  $F_{\text{протяжённость корней 1-го порядка}}=3,61$ ;  $F_{\text{кол-во корней 1-го порядка}}=29,53$  при  $F_{05}=1,7$ ). По фактору В и взаимодействию факторов А и В существенных различий не зафиксировано (опытные значения критерия Фишера меньше табличных значений на 5% уровне значимости). Такая же закономерность прослеживается и у остальных видов (робинии лжеакации и аморфы кустарниковой).

Проведённый двухфакторный независимый дисперсионный анализ позволил вычислить силу влияния каждого из факторов на проявление различий в параметрах укорененных черенков. Действие фактора А у караганы древовидной (влияние срока черенкования) на формирование признаков составило от 2 % до 27 % (в зависимости от признака); у робинии лжеакации – от 12 % до 26 %; у аморфы кустарниковой – от 14 % до 60 %. Сила влияния факторов В и АВ на формирование фенотипических различий у всех изучаемых видов не зафиксирована. Доля влияния неорганизованных факторов на формирование признаков высока и составляет по анализируемым признакам от 40 до 98%.

В первой декаде мая 2007 года был осуществлен посев семян с целью оценки успешности размножения интродуцентов семенным способом. Параметры имматурных растений измерялись в конце вегетационного периода, анализировались те же морфологические признаки, что и у укоренившихся черенков (табл. 4).

Таблица 4

Основные статистические показатели признаков имматурных растений древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.

Показатели	Объекты		
	<i>Caragana</i> Lam.	<i>Robinia</i> L.	<i>Amorpha</i> L.
Посев мая 2007 года			
Средний диаметр корней 1-го порядка, мм			
$X \pm m_x$	2,81±0,08 (1,62÷5,35)	8,90±0,40 (5,25÷16,16)	4,47±0,17(2,66÷7,79)
$C_v, \%$	24,67	26,85	26,3
Прирост в высоту, см			
$X \pm m_x$	18,94±1,05 (7,0÷47, 0)	66,85±3,89 (35,0÷120,0)	18,12±0,85 (10,0÷34,0)
$C_v, \%$	43,49	33,98	31,71
Протяжённость корней первого порядка, см			
$X \pm m_x$	19,51±0,51 (11,0÷31,0)	33,12±1,98 (20,0÷60,0)	24,29±0,78 (15,0÷42,0)
$C_v, \%$	20,49	34,87	21,37
Количество корней первого порядка, шт.			
$X \pm m_x$	1,00±0,00 (1,0÷1,0)	1,18±0,07 (1,0÷3,0)	1,00±0,00 (1,0÷1,0)
$C_v, \%$	0,00	38,98	0,00

Наиболее высокими показателями роста и развития характеризовались имматурные растения робинии лжеакации, о чем свидетельствуют средние значения всех анализируемых признаков. На корнях имматурных растений,

семенного происхождения, всех анализируемых видов были обнаружены клубеньковые бактерии в достаточно большом количестве. Практически у всех изучаемых видов параметры сеянцев, по всем анализируемым признакам, оказались выше показателей укоренившихся черенков. Об этом свидетельствуют величины опытного значения t-критерия Стьюдента, для оценки достоверности различий средних (табл. 5).

Таблица 5

Показатели t-критерия Стьюдента для оценки достоверности различий между имматурными растениями и укоренившимися черенками древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.

Сравниваемые объекты	Объекты исследований					
	<i>Caragana</i> Lam.		<i>Robinia</i> L.		<i>Amorpha</i> L.	
	$t_{05}$	$t_{оп}$	$t_{05}$	$t_{оп}$	$t_{05}$	$t_{оп}$
Средний диаметр корней первого порядка						
1	1,99	24,03	2,04	15,36	2,00	9,63
2	1,99	23,71	2,04	16,13	2,00	8,90
3	1,99	24,97	2,04	17,71	2,00	12,26
4	1,99	23,42	2,04	15,00	2,00	10,36
5	1,99	23,90	2,04	18,09	2,00	14,16
6	1,99	17,73	2,04	15,09	2,00	13,31
Прирост в высоту						
1	1,99	1,61	2,04	11,39	2,00	12,47
2	1,99	1,45	2,04	9,56	2,00	6,49
3	1,99	3,19	2,04	9,04	2,00	5,88
4	1,99	6,85	2,04	14,89	2,00	5,54
5	1,99	7,03	2,04	15,45	2,00	6,65
6	1,99	11,94	2,04	11,93	2,00	3,84
Протяженность корней первого порядка						
1	1,99	1,13	2,04	7,63	2,00	1,91
2	1,99	2,00	2,04	9,31	2,00	1,49
3	1,99	0,96	2,04	8,66	2,00	1,45
4	1,99	8,38	2,04	14,96	2,00	0,34
5	1,99	11,68	2,04	9,85	2,00	1,30
6	1,99	1,83	2,04	10,83	2,00	2,42

Примечание: в таблице приводятся результаты попарного сравнения имматурных растений с укоренившимися черенками, обработанными: 1 – эпином; 2 – гетероауксином; 3 – цирконом; 4 – ростеном; 5 – корневином; 6 – находящимися до укоренения в воде

Табл. 5 свидетельствует о том, что по большинству признаков опытные значения t-критерия больше табличного значения на 5% уровне значимости. Так по среднему диаметру корней 1-го порядка у караганы древесной  $t_{оп}$  от 17,73 до 24,03 (в зависимости от используемого стимулятора роста) при  $t_{05} = 1,99$ , у робинии лжеакалии  $t_{оп}$  от 15,09 до 18,09 при  $t_{05} = 2,04$ , у аморфы кустарниковой  $t_{оп}$  от 8,90 до 14,16 при  $t_{05} = 2,00$ , что свидетельствует о достоверности различий. Исходя из приведённых данных, можно признать наилучшим способом размножения древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., в условиях Нижегородского Поволжья – семенной.

## Глава 5. Особенности физиологического состояния некоторых древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., в условиях интродукции

### 5.1. Динамика содержания запасных питательных веществ, в тканях однолетних побегов древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., интродуцированных в Нижегородском Поволжье

В годичном цикле изучаемых видов наблюдается два крахмальных максимума и минимума (рис. 4). Данная закономерность проявилась во все годы проводимых наблюдений.

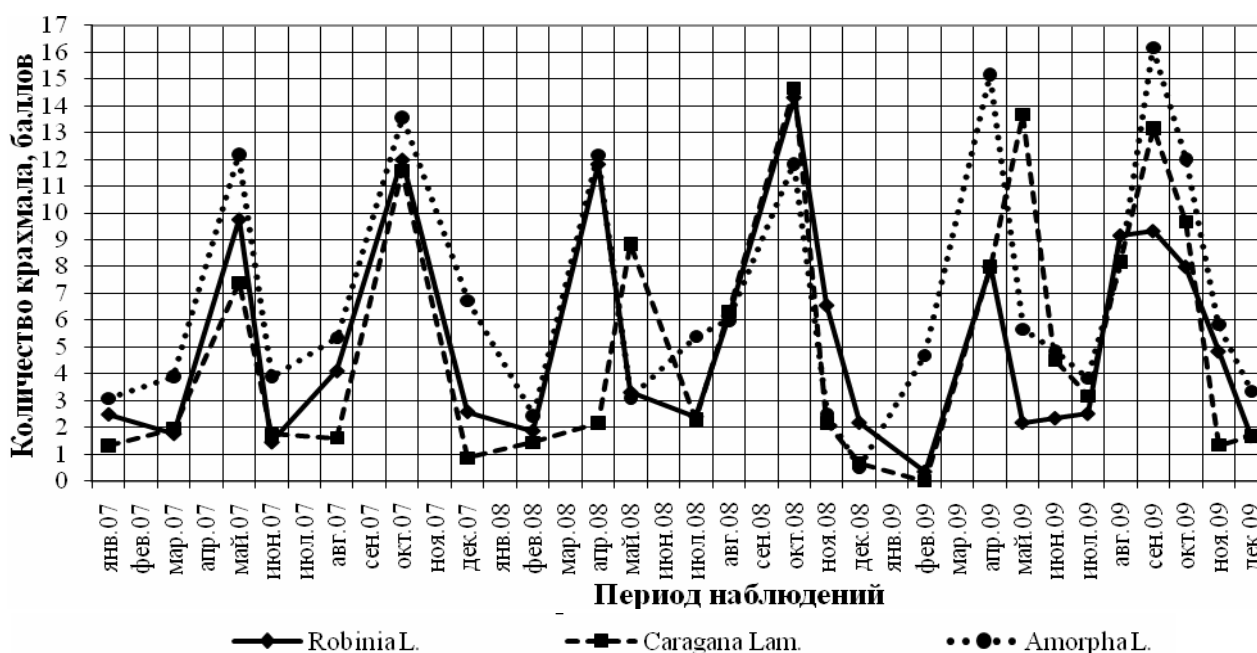


Рис. 4. Динамика содержания крахмала в клетках годичных побегов древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.

В зимний период, в состоянии покоя у побегов изучаемых видов, наблюдается незначительное количество крахмала во всех исследуемых тканях «зимний» крахмальный минимум. «Весенний» крахмальный максимум, вызванный усилением синтетических функций растений, совпадает с моментом выхода растений из состояния покоя и приходится на середину апреля – начало мая. При распускании почек запасной крахмал используется растением на процессы роста. В июне – июле наблюдается «летний» крахмальный минимум. С прекращением ростовых процессов в августе происходит повторное накопление крахмала, содержание которого в середине сентября – начале октября достигает максимума. В ноябре содержание его начинает снижаться, достигая минимума в январе – феврале.

Содержание крахмала в учётных зонах было не одинаково. Наибольшее его количество у всех исследуемых видов наблюдается в перимедулярной зоне ксилемы и зоне сердцевинных лучей и флоэмы.

Для всех изучаемых видов характерна взаимно противоположная направленность динамики содержания липидов и крахмала в течение всего периода наблюдений (рис. 5).





Рис. 5. Динамика содержания липидов в клетках годичных побегов древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.

Минимум содержания липидов приходится на вегетационный период. Максимальное для видов содержание липидов наблюдается в наиболее холодное время года. При этом наибольшее количество липидов накапливается в сердцевине и ксилеме, что характерно для всех изучаемых видов.

## 5.2. Ход лигнификации клеток однолетних побегов древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., интродуцированных в Нижегородском Поволжье

При изучении процесса лигнификации однолетних побегов изучаемых видов было выявлено, что карагана древовидная демонстрирует более раннее начало процесса лигнификации ксилемы, по сравнению с остальными видами. В начале июля степень лигнификации ксилемы у караганы составила 68 %, достигнув к периоду покоя 95 %. У робинии лжеакация и аморфы кустарниковой лигнификация клеток ксилемы происходит более скачкообразно. В начале июля степень лигнификации робинии составила 46 %, достигнув к концу вегетационного периода 92 %. Аморфа кустарниковая на начальных этапах изучаемого процесса отличается пониженными темпами лигнификации ксилемы, однако к периоду покоя достигает 89 % лигнификации.

Лигнификация клеток флоэмы, у всех изучаемых видов была ниже по сравнению с клетками ксилемы. Наибольшая степень лигнификации флоэмы наблюдалась у караганы (77 % к периоду покоя), наименьшая у аморфы кустарниковой (63 %), робиния лжеакация заняла промежуточное положение – 68 %. Лабораторные исследования степени лигнификации клеток ксилемы и флоэмы, проведенные в 2009 г. показали, что общая тенденция данного процесса сходна с его режимом в 2008 г.

Степень развитости зоны ксилемы – по количеству рядов клеток ксилемы, образовавшихся за один вегетационный период, у изучаемых видов

примерно одинакова и составляет от 35 до 46 рядов.

Для выявления действия организованных факторов на степень лигнификации клеток ксилемы у изучаемых видов был проведён двухфакторный дисперсионный анализ (табл. 6).

Таблица 6

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа степени лигнификации клеток ксилемы, древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.

Признак	Критерий Фишера (по факторам)						Сила влияния фактора			
	А		В		АВ		А	В	АВ	Z
	$F_{on}$	$F_{05}$	$F_{on}$	$F_{05}$	$F_{on}$	$F_{05}$	$h^2$	$h^2$	$h^2$	$h^2$
Степень лигнификации клеток ксилемы	89,7	1,7	112,6	3,8	1,9	1,7	0,22	0,66	0,02	0,10

Примечание: А – различия между видами; В – различия в календарных сроках; АВ – взаимодействие влияния различий между видами и различий в календарных сроках; Z – влияние неорганизованных факторов

Данные таблицы 6 свидетельствует о наличии существенных различий у изучаемых видов по анализируемому признаку. Опытные значения F-критерия Фишера превосходят соответствующие табличные значения по всем организованным факторам. Рассчитав эффективность действия каждого фактора на формирование признака, удалось отметить, что степень лигнификации клеток ксилемы в большей степени зависит от календарных сроков (фактор В), действие данного фактора составляет 66 %. Так же существенное влияние на анализируемый признак оказывает видовая принадлежность (фактор А) – 22 %. Сила влияния фактора АВ была не столь высока и составила – 2 %. В ходе анализа так же было выявлено действие так называемых случайных факторов (действие различий в условиях произрастания) на формирование изучаемого признака.

### 5.3. Специфика древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., по содержанию основных пигментов в перидерме однолетних побегов, при интродукции в Нижегородском Поволжье

Анализ сезонной динамики содержания основных пигментов в перидерме древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., выявил заметную неоднородность между ними (табл. 7).

Наибольшее содержание хлорофилла-а, в течение всего периода наблюдений, было отмечено у робинии лжеакации, наименьшее у аморфы кустарниковой. Динамика содержания хлорофилла-а, практически у всех исследуемых видов, имела общие тенденции с максимумом в декабре и минимумом в январе, исключение составила аморфа кустарниковая, которая не продемонстрировала декабрьского максимума в содержании данного пигмента. Динамика накопления хлорофилла-в, в перидерме исследуемых видов практически не отличается от накопления хлорофилла-а. Однако, в количественном выражении концентрация хлорофилла-в была ниже концентрации хлорофилла-а у всех видов, подвергавшихся анализу.

Таблица 7

Сезонная динамика содержания основных пигментов в перидерме древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., мг/г сухого вещества

Вид	Содержание пигментов				Отношение			
	Хлорофилл-а	Хлорофилл-б	Каротиноиды	Сумма пигментов	a/b	a/(a+b)	b/(a+b)	Каротиноиды/(a+b)
ноябрь 2009 г.								
<i>Caragana</i> Lam.	0,68±0,03	0,43±0,02	0,28±0,01	1,39±0,02	1,59±0,11	0,61±0,02	0,38±0,02	0,25±0,01
<i>Amorpha</i> L.	0,96±0,02	0,42±0,05	0,25±0,01	1,63±0,02	2,34±0,36	0,69±0,03	0,31±0,03	0,18±0,01
<i>Robinia</i> L.	0,80±0,01	0,56±0,04	0,20±0,01	1,56±0,04	1,45±0,09	0,59±0,02	0,41±0,02	0,15±0,01
декабрь 2009 г.								
<i>Caragana</i> Lam.	1,10±0,01	0,44±0,01	0,34±0,003	1,88±0,02	2,52±0,04	0,72±0,01	0,28±0,01	0,22±0,001
<i>Amorpha</i> L.	1,50±0,02	0,73±0,01	0,35±0,004	2,58±0,02	2,06±0,04	0,67±0,01	0,33±0,01	0,16±0,002
<i>Robinia</i> L.	0,66±0,02	0,30±0,01	0,27±0,004	1,23±0,03	2,21±0,03	0,69±0,01	0,31±0,01	0,28±0,003
январь 2010 г.								
<i>Caragana</i> Lam.	0,74±0,01	0,27±0,01	0,25±0,004	1,27±0,01	2,75±0,11	0,73±0,01	0,27±0,01	0,25±0,005
<i>Amorpha</i> L.	0,80±0,02	0,40±0,01	0,21±0,002	1,40±0,03	1,99±0,02	0,67±0,01	0,33±0,01	0,17±0,005
<i>Robinia</i> L.	0,55±0,01	0,27±0,01	0,21±0,005	1,03±0,02	2,00±0,02	0,68±0,01	0,33±0,01	0,26±0,001
февраль 2010 г.								
<i>Caragana</i> Lam.	0,74±0,01	0,36±0,01	0,27±0,002	1,36±0,01	2,05±0,08	0,67±0,01	0,33±0,01	0,24±0,005
<i>Amorpha</i> L.	1,01±0,01	0,54±0,01	0,27±0,003	1,83±0,01	1,88±0,03	0,65±0,01	0,35±0,01	0,17±0,003
<i>Robinia</i> L.	0,56±0,01	0,36±0,01	0,21±0,003	1,13±0,006	1,57±0,05	0,61±0,01	0,39±0,01	0,22±0,002

В осеннее-зимний период у всех изучаемых видов происходит накопление количества каротиноидов с максимумом накопления в декабре. Возрастание в холодный период года относительного содержания каротиноидов отражает устойчивость жёлтых пигментов к повреждающим условиям среды и их защитную функцию. Однако, включение защитных механизмов растения к действию низких температур в зимний период, характеризуется не столько количественным содержанием каротиноидов, сколько их отношением к сумме хлорофиллов а и б (табл. 7). Чем выше показатель данного отношения, тем выше адаптированность растений. Наибольшими значениями данного показателя, характеризовалась карагана древовидная, наименьшими – робиния лжеакация.

Как видно из приведённых данных, общее количество пигментов является наибольшим у робинии лжеакации, наименьшим у аморфы кустарниковой.

Для проведения однофакторного анализа, показатели исследуемых признаков, были объединены в равномерный комплекс, что позволило оценить степень влияния на них календарных сроков заготовки побегов (табл.8).

Данные таблицы 8 свидетельствуют о наличии существенных различий в изученном комплексе. Опытные значения F-критерия Фишера во много раз превосходят соответствующие табличные значения.

Анализ данных позволяет сделать заключение о том, что динамика основных пигментов в перидерме однолетних побегов, подвергавшихся исследованиям, в значительной степени обусловлена календарными сроками, а именно совокупностью климатических факторов, характерных для наблюдаемого периода. Доля влияния организованных факторов (различий в сроках заготовки побегов) на формирование дисперсии по всем анализируемым

признакам, у всех видов превышает 90 % как в расчётах по методу Плохинского, так и в расчёте по Снедекору.

Таблица 8

Данные однофакторного дисперсионного анализа по содержанию основных пигментов в перидерме однолетних побегов древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl.

Признаки	Критерий Фишера		Сила влияния фактора				НСР	D критерий Тьюки
	$F_{0\alpha}$	$F_{0\beta}$	по Плохинскому		по Снедекору			
			$h^2$	$\pm S_{h^2}$	$h^2$	$\pm S_{h^2}$		
<i>Caragana arborescens</i> Lam.								
Хлорофилл-а	153,72	4,07	0,98	0,006	0,98	0,007	0,043	0,081
Хлорофилл-б	38,19	4,07	0,93	0,024	0,93	0,028	0,035	0,065
Каротиноиды	77,32	4,07	0,97	0,012	0,96	0,014	0,013	0,025
Сумма пигментов	312,42	4,07	0,99	0,003	0,99	0,004	0,043	0,082
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.								
Хлорофилл-а	270,86	4,07	0,99	0,004	0,98	0,004	0,051	0,096
Хлорофилл-б	34,09	4,07	0,93	0,027	0,92	0,031	0,071	0,13
Каротиноиды	73,12	4,07	0,96	0,013	0,96	0,014	0,019	0,036
Сумма пигментов	537,14	4,07	1,0	0,002	0,99	0,002	0,061	0,114
<i>Amorpha fruticosa</i> L.								
Хлорофилл-а	104,78	4,07	0,98	0,009	0,97	0,011	0,031	0,059
Хлорофилл-б	39,03	4,07	0,94	0,024	0,93	0,027	0,057	0,107
Каротиноиды	35,08	4,07	0,93	0,026	0,92	0,03	0,015	0,028
Сумма пигментов	81,05	4,07	0,97	0,012	0,96	0,014	0,071	0,132

Величины НСР и D-критерия Тьюки показали, что по всем признакам у анализируемых видов при их сравнении различия относятся к существенным.

#### 5.4. Динамика индуцированного выхода побегов из состояния покоя у древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl., интродуцированных в Нижегородском Поволжье

Для определения степени глубины покоя изучаемых видов, в условиях интродукции, было проведено их искусственное выведение из состояния покоя в лабораторных условиях.

Способность побегов выходить из состояния покоя при его искусственном прерывании продемонстрировали все изучаемые виды, однако отмечена их неоднородность в реагировании на повышение температуры в зимний период.

Исследования показали, что сроки прерывания периода покоя существенно влияют на переход растений к активному метаболизму.

При исследовании степени глубины покоя было выявлено, что скорость пробуждения зимующих почек робинии лжеакалии прямо пропорциональна глубине органического покоя. В начале зимы, когда глубина покоя максимальна, почкам нужна большая сумма положительных температур (596 °С), и наоборот, в конце зимы, когда глубина покоя снижена, почкам нужна меньшая сумма положительных температур (248 °С). Такая же закономерность характерна и для караганы древовидной. Иной характер динамики выхода из

состояния покоя выявлен у побегов аморфы кустарниковой. Наиболее глубокой степени покоя, зимующие почки данного вида, в условиях интродукции, достигают к концу января.

Результаты исследования глубины покоя показали, что в условиях интродукции, для робинии лжеакация и аморфы кустарниковой характерно нахождение в течение всей зимы в состоянии стабильного органического покоя. В подобных условиях это является положительной адаптацией, поскольку при появлении кратковременных оттепелей в зимний период почки данных видов не трогаются в рост и не испытывают неблагоприятного воздействия при последующем снижении температуры.

Карагана древовидная в зимний период не имеет стабильного органического покоя.

## **Глава 6. Интегральная оценка перспективности древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. в условиях Нижегородского Поволжья**

Для выявления перспективности изучаемых интродуцентов для территории Нижегородского Поволжья была проведена их оценка по единой интегральной шкале. При оценке учитывалось семь биоэкологических показателей: зимостойкость, сохранение габитуса, побегообразовательная способность, регулярность прироста побегов, способность к генеративному развитию, возможность искусственного вегетативного размножения, а так же декоративность, характеризующих состояние интродуцентов в пункте интродукции.

По результатам балльной оценки исследуемые виды были разделены по степени перспективности на две группы:

Первая – наиболее перспективная, включающая виды сохраняющие декоративность, способность к семенному и вегетативному размножению, зимостойкие или способные восстанавливать утрачиваемую при обмерзании форму – *Caragana arborescens* Lam.

Вторая – перспективная, включающая виды, сохраняющие декоративность, способные к семенному размножению, но менее перспективные, чем относящиеся к 1-ой группе, из-за меньшей зимостойкости (*Amorpha fruticosa* L.) или слабой укореняемости при черенковании (*Robinia pseudoacacia* L.).

## **Глава 7. Влияние лесорастительных условий на сохранность и рост *Robinia pseudoacacia* L. в искусственно созданных лесных фитоценозах, при интродукции**

Ассортимент видов деревьев и кустарников, пригодных для создания искусственных насаждений в условиях сухих песчаных территорий урбанизированных районов, подверженных воздействию антропогенных факторов в Нижегородском Поволжье, весьма ограничен, до настоящего времени сосна обыкновенная является единственным видом, используемым в этих целях. В 2006 г. на территории городских лесов городского округа города Дзержинска были созданы лесные культуры сосны с участием робинии

лжеакации для снижения пожарной опасности. В течение трёх лет нами проводился учёт их состояния и характера роста.

При осенней инвентаризации культур в год их создания было выявлено, что приживаемость сосны обыкновенной составила 98 % от первоначальной густоты, робинии лжеакации – 100 %. К концу второго года (осень 2007 г.) приживаемость была прежней. В ходе обследования осенью 2008 г. была обнаружена гибель 55 % растений робинии лжеакации, в результате чего приживаемость данного вида составила 45 % от первоначальной густоты. Приживаемость сосны обыкновенной составила 97 %. Резкая гибель растений робинии лжеакации была вызвана влажным летом и пониженным расположением участка (относительно месторасположения сосны). Из-за большого количества осадков территория под данным видом была подвержена подтоплению.

Данные, полученные в ходе обследования, свидетельствуют о существенных различиях в темпах роста и развития робинии лжеакации и сосны обыкновенной, что подтверждается линейными параметрами растений.

### Выводы

1. В результате исследований эколого-морфологических и эколого-физиологических адаптаций, и сравнительного анализа природно-климатических условий района интродукции и естественных ареалов изучаемых видов установлена возможность их успешного роста и развития в условиях Нижегородского Поволжья.

2. В условиях интродукции, исследуемые виды проходят полный цикл сезонного развития. Фенологический ритм развития устойчивый, они ежегодно обильно цветут и плодоносят, формируя семена с типичными для данных видов биометрическими показателями и достаточно высокими посевными качествами, что свидетельствует о их достаточно высокой адаптированности.

3. Наиболее оптимальным способом размножения, изучаемых интродуцентов в условиях Нижегородского Поволжья является семенной. Дополнительным резервом повышения адаптации древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. к условиям Нижегородского Поволжья является разработка способов вегетативного размножения наиболее устойчивых экземпляров.

4. В условиях Нижегородского Поволжья изучаемые древесно-кустарниковые виды семейства *Fabaceae* Lindl. выработали следующие эколого-морфологические адаптации:

- более мелкие размеры репродуктивных органов;
- большая воздухо- и водопроницаемость спермодермы, способствующая лучшему прорастанию семян.

5. В условиях Нижегородского Поволжья изучаемые древесно-кустарниковые виды семейства *Fabaceae* Lindl. выработали следующие эколого-физиологические адаптации:

- более короткий период вегетации;

- достаточно полный гидролиз крахмала в критические сезоны года, с образованием липидов;
- завершение процесса лигнификации клеток ксилемы и флоэмы до наступления устойчивых отрицательных температур воздуха в осенне-зимний период;
- увеличение количества каротиноидов в перидерме однолетних побегов в зимний период, на фоне снижения количества хлорофиллов-*a*, *b*;
- нахождение в течение зимнего периода в состоянии органического покоя.

Перечисленные адаптации свидетельствует о выработке у древесно-кустарниковых видов семейства *Fabaceae* Lindl. защитных механизмов к воздействию комплекса неблагоприятных экологических факторов Нижегородского Поволжья.

6. При оптимальном выборе участка с сухими и свежими типами лесорастительных условий робиния лжеакация может быть успешно введена в состав искусственно создаваемых лесных фитоценозов урбанизированных территорий Нижегородского Поволжья.

#### **Работы, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК**

1. **Захарова, Е.И.** Сравнение эффективности семенного и вегетативного способов размножения интродуцированных в Нижегородскую область древесных представителей семейства бобовые / Е.И. Захарова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – Мытищи, изд-во МГУЛ, 2009. – № 2(65). – С. 37 – 42.

2. **Захарова, Е.И.** Влияние лесорастительных условий на сохранность и рост робинии лжеакация в лесных культурах при интродукции / Е.И. Захарова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – Оренбург, изд-во ОГАОУ, 2009. – № 1(21).2009. – С. 58 – 61.

3. **Захарова, Е.И.** Содержание запасных питательных веществ в тканях однолетних побегов древесно-кустарниковых представителей семейства *FABACEAE* Lindl., интродуцированных в Нижегородскую область / Е.И. Захарова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – Мытищи, изд-во МГУЛ, 2011. – № 3(79). – С. 46 – 50.

#### **Статьи, тезисы и материалы докладов региональных и всероссийских конференций и семинаров**

1. **Захарова, Е.И.** Интродукция акации белой (*Robinia pseudoacacia* L.) в Дзержинском лесхозе Нижегородской области / Е.И. Захарова, Л.И. Захарова // Актуальные проблемы лесного хозяйства Нижегородского Поволжья и пути их решения: Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции, посвященной 75-летию НГСХА. – Н. Новгород, 2005. – С. 51 – 53.

2. **Захарова, Е.И.** Изменчивость параметров бобов робинии лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.) при интродукции в условиях Нижегородской области / Е.И. Захарова // Актуальные проблемы лесного комплекса: Сборник научных

трудов по итогам V Международной научно-технической конференции. – Брянск, 2005. – С. 38 – 42.

3. **Захарова, Е.И.** Сравнительный анализ семенного потомства деревьев робинии лжеакации (*Robinia pseudoacacia L.*) в Нижегородской области / Е.И. Захарова // Лес – 2006: Сборник научных трудов по итогам VII Международной научно-технической конференции. – Брянск, 2006. – С. 31 – 35.

4. **Захарова, Е.И.** Сравнительный анализ семян робинии лжеакации (*Robinia pseudoacacia L.*) интродуцированной в Нижегородскую область / Е.И. Захарова // Лесной комплекс: состояние и перспективы: Сборник научных трудов. – Сыктывкар, 2006. – С. 28 – 30.

5. **Захарова, Е.И.** Посевные качества семян робинии лжеакации (*ROBINIA PSEUDOACACIA L.*), интродуцированной в Нижегородскую область / Е.И. Захарова // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы конференции VII Международного симпозиума. – М., 2007. – С. 64 – 67.

6. **Захарова, Е.И.** Оценка результатов интродукции, робинии лжеакации в Нижегородскую область / Е.И. Захарова // Проблемы экологии в современном мире: Материалы IV Всероссийской Internet-конференции (с международным участием). – Тамбов, 2007. – С. 48 – 51.

7. **Захарова, Е.И.** Динамика выхода побегов робинии лжеакации из состояния покоя в условиях интродукции Нижегородской области / Е.И. Захарова // Актуальные проблемы лесного комплекса: Сборник научных трудов по итогам VIII Международной научно-технической конференции. – Брянск, 2007. – С.145 – 150.

8. **Захарова, Е.И.** Сравнительный анализ семян древесных представителей семейства бобовые (*LEGUMINOSAE JUSS.*) / Е.И. Захарова // Лесное хозяйство и зелёное строительство в Западной Сибири: Материалы III-го международного интернет-семинара. – Томск, 2007. – С. 132 – 137.

9. **Захарова, Е.И.** Содержание крахмала в побегах древесных представителей семейства бобовые, интродуцированных в Нижегородскую область / Е.И. Захарова // Научному прогрессу – творчество молодых: Сборник материалов всероссийской научной студенческой конференции по естественнонаучным и техническим дисциплинам. – Йошкар-Ола, 2007. – С. 223.

10. **Захарова, Е.И.** Укоренение черенков некоторых древесных представителей семейства бобовые (*Leguminosae Juss.*), интродуцированных в Нижегородскую область / Е.И. Захарова // Материалы XV Недели науки МГТУ: Сборник научных трудов X Международной научно-практической конференция «Экологические проблемы современности». – Майкоп, Изд-во МГТУ, 2007. – С. 221 – 223.

11. **Захарова, Е.И.** Интегральная оценка перспективности некоторых древесных представителей семейства *LEGUMINOSAE JUSS.* в условиях интродукции Нижегородской области / Е.И. Захарова // Леса России в XXI веке: Материалы первой международной научно-практической интернет-конференции. – СПб.: СПбГЛТА, 2009. – С. 50 – 56.