

БОРОДАЕВА Жанна Андреевна

**ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ
ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА НА ПРОЯВЛЕНИЕ
АДАПТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ И СВОЙСТВ ЛЮЦЕРНЫ
ИЗМЕНЧИВОЙ (*MEDICAGO VARIA* MART.)**

Специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Рамонь, 2020

Работа выполнена на кафедре биологии Института фармации, химии и биологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ») в 2015-2019 гг.

Научный руководитель:

Чернявских Владимир Иванович

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор кафедры биологии Института
фармации, химии и биологии ФГБОУ ВО
«Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет»

Официальные оппоненты:

Спирidonov Анатолий Михайлович

доктор сельскохозяйственных наук, декан
факультета плодоовощеводства и
перерабатывающих технологий ФГБОУ ВО
«Санкт-Петербургский государственный
аграрный университет»

Тормозин Максим Александрович

кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник отдела селекции
и семеноводства многолетних трав
Уральский НИИСХ – филиала ФГБНУ
«Уральский федеральный аграрный научно-
исследовательский центр Уральского
отделения Российской академии наук»

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА имени К.А.
Тимирязева»

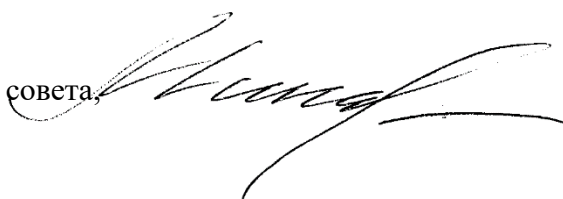
Защита диссертации состоится «23» октября 2020 г. в 10–00 часов на заседании диссертационного совета Д 006.065.01 при Федеральном государственном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» по адресу: 396030, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, д. 86; тел./факс (47340) 5-33-26; E-mail: dissovetvniiss@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова» и на сайте www.vniiss.com.

Автореферат разослан « » 2020 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных гербовой печатью, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 396030, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, д. 86; E-mail: dissovetvniiss@mail.ru.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор с.-х. наук



Минакова
Ольга Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Современному аграрному производству необходимы новые сорта люцерны изменчивой, как пригодные к использованию на высокопродуктивных почвах, так и обладающие высокой адаптивной способностью, специализированные для возделывания в сложных абиотических условиях луговых почв пойменных земель и на черноземах выщелоченных супесчаных, широко используемых под посевы этой культуры в Центрально-Черноземном регионе [Ткаченко и др., 2005; Чернявских, 2010; Косолапов, 2011; Дзюбенко, 2015; Косолапов и др., 2015; Лазарев, 2016; Савченко, 2018].

Селекционные программы, направленные на получение новых сортов, имеющих широкую амплитуду экологической устойчивости, требуют привлечения новых форм, обладающих ценными морфологическими, биологическими, адаптивными и продуктивными свойствами [Абдушаева, 2005; Жученко, 2009; Писковацкий, 2012; Думачева, 2016].

Большой интерес в связи с этим представляет вопрос о создании нового исходного материала с включением в скрещивание форм с высокой экспрессией мутации многолисточковости (*mf*-мутации). В дальнейшем это позволяет получить ценный селекционный материал с высокой облиственностью и рядом других ценных хозяйственных признаков [Juan, et al., 1993; Petkova, 2003; Petkova, Djukic, 2007; Думачева, 2014].

В связи с этим важной научной проблемой в селекции люцерны изменчивой является установление закономерностей формирования отдельных элементов ее кормовой и семенной продуктивности в экологических условиях различных почвенных разностей. Важное значение приобретает необходимость поиска и создания исходных селекционных форм, как обладающих стабильно высокой потенциальной кормовой и семенной продуктивностью в условиях высокоплодородных почвенных разностей, так и исходного селекционного материала для создания сортов с высоким адаптивным потенциалом, обладающих устойчивостью к био- и абиотическим условиям почвенных разностей с неблагоприятными свойствами для возделывания люцерны. Необходим поиск новых приемов выделения ценного исходного селекционного материала, его размножения и дальнейшего поддержания. Создание на этой основе новых, экономически эффективных сортов люцерны изменчивой, позволит повысить в целом эффективность возделывания трав в регионе.

Исследования были поддержаны грантом на проведение научных исследований Департамента АПК и ВОС Белгородской области «Научные основы создания устойчивого исходного материала для селекции многолетних бобовых трав на карбонатных почвах Белгородской области» (Соглашение № 34-гр от 19 октября 2016 г.; Соглашение № 18-гр от 17 августа 2017 г.).

Цель исследований – разработать методики и создать новый исходный селекционный материал люцерны изменчивой, провести комплексную оценку

его признаков и свойств в условиях различных почвенных разностей Центрально-Черноземного региона.

Основные задачи исследований:

- оценить проявление признаков кормовой продуктивности созданных селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях;

- установить особенности формирования основных морфометрических признаков семенной продуктивности созданных селекционных образцов люцерны изменчивой в разных эдафических условиях;

- изучить развитие и распространенность комплекса заболеваний листовых пятнистостей у различных созданных селекционных образцов люцерны изменчивой при возделывании на семена на различных почвенных разностях;

- выявить особенности формирования морфологических признаков и их изменчивость в популяциях люцерны изменчивой с *mf*-мутацией многолисточковости;

- изучить особенности введения в культуру *in vitro* и культивирования микроклональным методом индивидуальных отборов люцерны изменчивой с *mf*-мутацией многолисточковости для ускоренного размножения исходного материала и дальнейшей селекционной работы по созданию новых сортов;

- провести экономическую оценку эффективности возделывания новых созданных селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях.

Научная новизна работы. На основании проведенных исследований в условиях юго-западной части Центрально-Черноземного региона установлены закономерности изменчивости морфо-биологических признаков люцерны изменчивой, позволившие отобрать наиболее перспективные исходные формы для использования в селекционном процессе и производстве.

Впервые для региона проведена комплексная сравнительная оценка различных сортов и новых созданных селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях: черноземе типичном тяжелосуглинистом, лугово-глеевой легкосуглинистой почве и черноземе выщелоченном супесчаном. Выявлен ряд закономерностей при формировании элементов семенной продуктивности и морфометрических показателей при возделывании селекционных образцов люцерны в различных почвенно-климатических условиях.

Проведена:

1) закладка и регистрация начальной коллекции исходных селекционных форм;

2) комплексное изучение исходных селекционных форм люцерны изменчивой с высокой экспрессией *mf*-мутации многолисточковости;

3) получен исходный материал для ее селекции в условиях ЦЧР.

Усовершенствован метод ускоренного размножения, введения в культуру *in vitro* и культивирования микроклональным методом

индивидуальных отборов люцерны изменчивой по признаку многолисточковости для дальнейшей селекционной работы.

Выявлены основные закономерности формирования семенной продуктивности люцерны изменчивой на различных почвенных разностях.

Выделены селекционные формы люцерны изменчивой, на основе изучения продукционного потенциала, наиболее перспективные по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Установлен высокий адаптационный потенциал новых созданных селекционных образцов NZK 40 mf и PPL 6/8 в условиях изученных почвенных разностей.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выделены новые источники ценных признаков, значимых для селекции люцерны изменчивой. Получены новые знания о морфологических и биологических особенностях продукционного процесса и формирования адаптационного потенциала у созданных селекционных образцов люцерны изменчивой.

Выявлены сорта и селекционный материал люцерны изменчивой, обладающий высокой продуктивностью в условиях региона, а также широкой экологической амплитудой при возделывании на корм и семена. Установлена экономическая эффективность использования созданных селекционных образцов на различных почвенных разностях. Получены новые исходные формы люцерны изменчивой с *mf*-мутацией многолисточковости. Коллекция лаборатории биологических ресурсов и селекции растений кафедры биологии НИУ «БелГУ» пополнена новым селекционным материалом люцерны изменчивой.

Разработаны рекомендации для практической селекционной работы с люцерной изменчивой. Результаты исследований используются в прикладных исследованиях по селекции и генетике лаборатории биологических ресурсов и селекции растений кафедры биологии НИУ «БелГУ»; в учебном процессе кафедры биологии Института фармации, химии и биологии НИУ «БелГУ».

Результаты исследований рекомендованы к использованию в агропромышленных предприятиях Белгородской области и Центрально-Черноземного региона в целом.

Положения, выносимые на защиту.

1. Комплексная оценка признаков и свойств исходного селекционного материала люцерны изменчивой на ранних этапах сортоиспытания на различных почвенных разностях юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

2. Дифференциация семенной, кормовой продуктивности, устойчивости к болезням созданных селекционных образцов люцерны изменчивой в зависимости от почвенных разностей, био- и абиотических факторов условий возделывания.

3. Закономерности формирования семенной продуктивности люцерны изменчивой на различных почвенных разностях юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

4. Созданные селекционные образцы люцерны изменчивой с экспрессией *mf*- мутации многолисточковости как ценный исходный материал для селекции и методы его размножения в юго-западной части Центрально-Черноземном регионе.

5. Экономическая эффективность нового исходного селекционного материала при возделывании на различных почвенных разностях Центрально-Черноземного региона.

Апробация работы. Основные научные результаты доложены международных, всероссийских и региональных научно-практических конференциях, симпозиумах и форумах: Молодежном форуме университетов стран ШОС (Белгород, 2016); IV Областном фестивале науки (Белгород, 2016); I Всероссийской научной практической конференции с международным участием «Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее» (Белгород, 2016); XVIII международной научной конференции «Биологическое разнообразие Кавказа» (Грозный, 2016); международной научной конференции «Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта» (Краснодар, 2016); VIII международной конференции «Дни сада в Бирюлево» (Москва, 2017); I молодежной научно-практической конференции с международным участием «Естественнонаучные, инженерные и экономические исследования в технике, промышленности, медицине и сельском хозяйстве» (Белгород, 2017); всероссийской научно-производственной конференции «Ландшафтное земледелие – основа высокоэффективного производства» (п. Майский, 2017); международной научно-практической конференции «Современные проблемы адаптации» (Жученковские чтения IV) (Белгород, 2018); всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Биотехнологические исследования на современном этапе развития сельскохозяйственной науки и практики: новые подходы, направления, методы и технологии» (Москва, 2019); II научно-практической конференции «Генетические ресурсы и селекция: прошлое, настоящее, будущее» в рамках Международного симпозиума «Innovations in Life Sciences» (Белгород, 2019); Международной научно-практической конференции «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям», посвященной 100-летию монографии Н.И. Вавилова (Москва, 2019).

Степень достоверности результатов проведенных исследований подтверждена представленными первичными материалами, использованием современных методов и математической обработкой полученных данных. Для выявления доли влияния различных признаков, степени влияния признаков для оценки достоверности полученных результатов использовали методы статистики (дисперсионный анализ, ошибка средней арифметической, наименьшая существенная разность). Доля участия диссертанта составила 80%.

Личный вклад автора. Соискателем проанализировано современное состояние проблемы, определены цели и задачи исследований, разработана

программа и определена методика их проведения; выполнены полевые и лабораторные исследования, обработка, обобщение и анализ полученных результатов.

Публикации. Основные результаты диссертации опубликованы в 22 научных работах, в том числе 3 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 3 в изданиях, рецензируемых в БД Scopus, 1 учебное пособие.

Объем и структура диссертации. Представленная работа состоит из введения, трех глав, выводов, предложений производству, списка использованной литературы и приложения. Работа изложена на 180 страницах машинописного текста, содержит 31 таблицу, 7 рисунков и 14 приложений. Список литературы включает 265 источников, в том числе 73 – на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает благодарность: своему научному руководителю, д. с.-х. н. В.И. Чернявских за научную и методическую помощь; директору НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ», д.б.н. В.К. Тохтарю и заведующей лабораторией биотехнологии растений НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ», к.б.н. Л.А. Тохтарь за возможность проведения исследований на базе лаборатории; заведующей кафедрой биологии НИУ «БелГУ», д.б.н. Е.В. Думачевой за методическую помощь и консультации; руководству ЗАО «Краснояржская зерновая компания» и лично к. с.-х. н. А.Г. Титовскому и к. с.-х. н. Р.А. Шарко за предоставление производственной базы для выполнения научных исследований и оказанные консультации.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Обоснована актуальность темы диссертации, дана общая характеристика работы, приведены цели и задачи исследований, основные положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, обоснование достоверности полученных результатов, структура и объем диссертационной работы.

ГЛАВА 1. ЛЮЦЕРНА ИЗМЕНЧИВАЯ КАК ОБЪЕКТ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

В главе отражено состояние изученности вопросов селекции и семеноводства люцерны изменчивой. Обобщены данные, полученные отечественными и зарубежными авторами. Отмечено, что Центральное Черноземье является регионом с неустойчивым семеноводством люцерны, однако, обладающим высоким потенциалом для повышения устойчивости производства семян до промышленного уровня.

Наименее изученным вопросом селекции люцерны является получение исходного материала, адаптированного к определенным почвенно-климатическим условиям среды.

В связи с этим необходимо решение важной задачи по созданию нового исходного материала для получения сортов люцерны, имеющих высокую семенную продуктивность на различных почвенных разностях отдельных регионов. Решение этой задачи позволит создать систему устойчивого семеноводства люцерны в различных регионах России.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследований – новый селекционный материал и районированные сорта люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.).

Район исследований Центрально-Черноземный регион (ЦЧР) в пределах Белгородской области. Главная особенность региона: высокая изрезанность территории овражно-балочной сетью с большим разнообразием различных почвенных разностей, обладающих различными физическими, агрохимическими свойствами, потенциальным плодородием и микроклиматическими особенностями. Погодные условия в период проведения исследований отличались повышенной температурой воздуха по сравнению со среднемноголетней нормой и различным количеством выпадающих осадков в течение года с явно выраженным меньшим их выпадением в вегетационный период.

Лабораторно-полевой опыт № 1. Изучение кормовой и семенной продуктивности селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях ЦЧР. Цель опыта – оценка эффективности рекуррентной селекции на основе местного селекционного материала путем сравнения адаптивных признаков и свойств сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой в различных почвенных условиях, типичных для возделывания люцерны в регионе.

Исследования проведены в 2016-2018 гг. на опытных участках Чернянского отделения ЗАО «Краснояржская зерновая компания». Опыт заложен стандартным способом. Площадь учетной делянки – 2 м². Повторность четырехкратная. Делянки двухрядковые. Ширина междурядья 25 см. Стандарты размещались через 4 делянки.

Всего в 2015-2018 гг. было изучено 45 сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой. В результаты были отобраны 8 селекционных образцов, показавших в дигибридных скрещиваниях высокую комбинационную способность на фоне высокой семенной и кормовой продуктивности. Для экологической оценки адаптивных свойств и продукционного потенциала лучшие селекционные образцы (фактор А) были испытаны в Белгородской области на различных почвенных разностях (фактор В).

Фактор А (селекционный образец):

А1 – сорт Краснояржская 1 (стандарт 1).

А2 – сорт Вега 87 (стандарт 2).

А3 – сорт Белгородская 86.

А4 – сорт Краснояржская 2.

А5 – селекционный образец К-1/10 mf. Отборы из сорта Краснояружская 1 форм с экспрессией *mf*-мутации многолисточковости выше 3 баллов.

А6 – селекционный образец Б-86/3 mf. Отборы из сорта Белгородская 86 форм с экспрессией *mf*-мутации многолисточковости выше 3 баллов.

А7 – селекционный образец NZK 40 mf. Отборы из местных популяций, произрастающих в поймах рек Белгородской области по признакам наличия *mf*-мутации многолисточковости с экспрессией признака более 3 баллов и высокой степенью воскового налета на листьях.

А8 – селекционный образец PPL 6/8, полученный методом поликросса. Исходными формами являются отборы из сортов Манычская, местная из Италии (5558), Ярославна, с переопылением с многолисточковыми формами, отобранными из сорта Белгородская 86 и селекционного номера ППЛ 2/12 (сорт Краснояружская 1) с последующим возделыванием на изолированных участках и получением семян в год посева.

Фактор В (почвенная разность):

В 1 – почва чернозем типичный среднемошный малогумусный тяжелосуглинистый на третичной глине (чернозем типичный тяжелосуглинистый), в полевом севообороте. Содержание гумуса – 5,1 %, содержание легкогидролизуемого азота – 182 мг/кг, содержание P_2O_5 – 235 мг/кг, K_2O – 292 мг/кг, $pH_{\text{сол}}$ – 6,5 по Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-84).

В 2 – почва лугово-глеявая легкосуглинистая среднегумусная на аллювиальном суглинке (лугово-глеявая легкосуглинистая), на распаханном лугу в пойме р. Оскол. Содержание гумуса – 2,9 %, содержание легкогидролизуемого азота – 119 мг/кг, содержание P_2O_5 – 88 мг/кг, K_2O – 81 мг/кг, $pH_{\text{сол}}$ – 5,4 по Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-84).

В 3 – почва чернозем выщелоченный среднемошный слабогумусированный супесчаный на легком карбонатном суглинке (чернозем выщелоченный супесчаный), в прифермском севообороте. Содержание гумуса – 1,9 %, содержание легкогидролизуемого азота – 84 мг/кг, содержание P_2O_5 – 159 мг/кг, K_2O – 140 мг/кг, $pH_{\text{сол}}$ – 6,3 по Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-84).

Схемы чередования севооборотов. Полевой севооборот: соя, озимая пшеница, горчица с подсевом люцерны; распаханый луг: подсолнечник, овес, горчица с подсевом люцерны; прифермский севооборот: подсолнечник, овес, горчица с подсевом люцерны.

В ходе выполнения работы стандартными методами, принятыми в полевых и селекционных исследованиях, определяли кормовую и семенную продуктивность селекционных образцов люцерны изменчивой, элементы структуры урожая, его качество, степень поражения селекционных образцов листовыми пятнистостями, экономическую эффективность на различных почвенных разностях [Методика опытов ..., 1973; Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав, 1973; Методика фенологических наблюдений..., 1979; Доспехов, 2012].

Лабораторно-полевой опыт № 2. Изучение селекционных форм люцерны изменчивой с выраженной *mf*-мутацией многолисточковости. Цель опыта: изучение особенностей экспрессии *mf*-мутации многолисточковости при получении нового селекционного материала люцерны изменчивой методом индивидуального отбора для создания популяций с высокой степенью проявления признака.

Исследования проводили в 2016-2018 гг. на селекционном участке ЗАО «Краснояржская зерновая компания». Объектом служили 30 селекционных образцов с признаком многолисточковости, полученных в результате индивидуальных отборов из люцерны сорта Краснояржская 1. Маркерным признаком для проведения отбора служил признак *mf*-мутации. В качестве маточных растений для отборов были выбраны особи с индексом экспрессии *mf*-мутации на уровне 3 баллов. Вторым признаком для отборов была продуктивность надземной фитомассы.

Потомство маточных растений – первое поколение высевали на отдельных делянках (длина – 1 м, ширина между рядья – 45 см). Стандарт – исходная популяция сорта Краснояржская 1, высевался через каждые 4 номера. Исследования проводили в десятикратной биологической повторности (каждое из 10 взятых для анализа растения рассматривалось как отдельная повторность). Индивидуальным отборам присвоены следующие наименования: Краснояржская 1 – St; индивидуальные отборы: SP -1 – SP-30. Определяли: экспрессию *mf*-мутации многолисточковости [Sheaffer at al., 1995], урожай надземной фитомассы, уровень выраженности антоциановой окраски, уровень содержания сапонинов [Rumbaugh, 1971; Стрельцина и др., 2001; Dumacheva at al., 2015, 2018].

Лабораторный опыт № 3. Изучение клонального микроразмножения для получения исходного материала люцерны изменчивой ускоренным методом. Цель опыта: отработка методики введения в культуру *in vitro* многолисточковых форм люцерны изменчивой, отобранных в результате лабораторно-полевого опыта № 2, обладающих комплексом хозяйственно-полезных признаков. Исследования проводили в 2018-2019 гг. на базе лаборатории биотехнологии растений НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ». В работе применяли общепринятые методы культуры клеток и тканей [Бутенко, 1983, 1991; Рожанская, 2008; Муратова и др., 2008, 2011; Кулько и др., 2017; Строева, 2017].

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием формул для расчета средней арифметической и ошибки средней [Лакин, 1990; Доспехов, 2012]. Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного программного обеспечения Microsoft Excel (2010).

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Изучение кормовой и семенной продуктивности селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях

Надземную продуктивность селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях оценивали в 1-ом и во 2-ом укосах и в целом за период вегетации (табл. 1).

Минимальный уровень вариации признака кормовой продуктивности наблюдается у селекционного образца NZK 40 mf. Продуктивность надземной фитомассы у данного селекционного образца превышала сорт Краснояружская 1 (St 1) в среднем на 120,3 г/м² а.с.в., сорт Вега 87 (St 2) – на 66,3 г/м² а.с.в. Селекционный образец NZK 40 mf показал перспективность для возделывания на кормовые цели на всех изучаемых почвенных разностях. Селекционный образец PPL 6/8 оказался лучшим по кормовой продуктивности, превысив сорт Краснояружская 1 (St 1) на 200,0 г/м² а.с.в., а сорт Вега 87 (St 2) – на 145,8 г/м² а.с.в. В среднем у всех изученных селекционных образцов продуктивность надземной фитомассы на черноземе типичном тяжелосуглинистом значительно – на 53,8 и 40,1 % – превышала их продуктивность на лугово-глеевой легкосуглинистой почве и на черноземе выщелоченном супесчаном, соответственно.

Таблица 1 – Продуктивность надземной фитомассы селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях (2016-2018 гг.), г/м² а.с.в.

Селекционный образец (фактор А)	Почвенная разность (фактор В)			В среднем	НСР ₀₅ (фактор В)
	В1	В2	В3		
Краснояружская 1 (St 1)	974,1	445,7	649,0	689,6	14,7
Вега 87 (St 2)	970,2	545,1	715,5	743,6	13,4
Белгородская 86	929,5	454,6	606,2	663,4	15,7
Краснояружская 2	1214,6	424,3	685,3	774,7	15,3
К-1/10 mf	1209,7	394,2	610,2	738,0	16,0
Б-86/3 mf	1175,7	405,0	616,1	732,3	16,0
NZK 40 mf	976,9	835,6	617,2	809,9	15,6
PPL 6/8	1377,6	573,4	717,2	889,4	14,8
В среднем	1103,5	509,7	652,1	755,1	14,1
НСР ₀₅ (фактор А)	17,9	18,9	19,5	13,4	

Примечание: В 1 – чернозем типичный тяжелосуглинистый, В 2 – лугово-глеевая легкосуглинистая почва; В 3 – чернозем выщелоченный супесчаный.

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта показали, что результативный признак «Продуктивность надземной фитомассы» в первую очередь зависит от фактора «Почвенная разность» – на 68,7 %. Доля влияния фактора «Селекционный образец» составляет 4,7 %. Доля влияния взаимодействия факторов – 10,9 %. Доля влияния условий года не превышала 0,48 %.

Формирование элементов семенной продуктивности селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях. Урожай семян люцерны определяется количеством плодоносящих стеблей, соцветий, бобов, их обсемененностью, массой 1000 семян.

Количество продуктивных стеблей оказывает влияние на режим питания, влагообеспеченность и доступ насекомых-опылителей к цветкам люцерны. Максимальное количество продуктивных стеблей отмечено у селекционных образцов Вега 87 (St 2) и NZK 40 mf (табл. 2). В среднем, данные селекционные образцы превышали стандарт 1 в 1,9 и 1,8 раз соответственно.

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта показали, что результативный признак «Количество продуктивных стеблей» в первую очередь – на 79,5 % – определяется фактором «Селекционный образец». Фактором «Почвенная разность» признак определяется незначительно – на 0,7 %. Доля влияния условий года составляет в среднем 11,7 %.

Таблица 2 – Количество продуктивных стеблей у селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях (2016-2018 гг.), шт./м²

Селекционный образец (фактор А)	Почвенная разность (фактор В)			В среднем	НСР ₀₅ (фактор В)
	В1	В2	В3		
Краснояржская 1 (St 1)	81,6	72,9	78,1	77,5	8,3
Вега 87 (St 2)	170,0	146,2	126,5	147,6	7,7
Белгородская 86	93,5	76,0	78,1	82,5	7,4
Краснояржская 2	40,2	39,8	46,3	42,1	Fф < Fт
К-1/10 mf	43,2	36,2	46,0	41,8	7,4
Б-86/3 mf	55,2	50,7	58,2	54,7	Fф < Fт
NZK 40 mf	149,1	144,1	137,6	143,6	Fф < Fт
PPL 6/8	39,0	37,8	46,3	41,0	Fф < Fт
В среднем	84,0	75,5	77,1	78,9	Fф < Fт
НСР ₀₅ (фактор А)	12,0	11,4	12,7		

Примечание: см. табл.1

Количество бобов в соплодии – один из важнейших элементов формирования семенной продуктивности люцерны. В среднем у всех исследуемых селекционных образцов количество бобов на 1 соплодие на черноземе типичном тяжелосуглинистом было максимальным – 8,8 шт./1 соплодие. Минимальное количество бобов на 1 соплодие было отмечено у селекционных образцов на лугово-глеевой легкосуглинистой почве – 6,3 шт./1 соплодие. По признаку «Количество бобов на 1 соплодие» в опытах выделились два селекционного образца – Краснояржская 2 и PPL 6/8.

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта показали, что результативный признак «Количество бобов на 1 соплодие» в первую очередь зависит от фактора «Селекционный образец» – на 45,4 %. Фактором «Почвенная разность» определяется на 23,6 %, а взаимодействием факторов – на 19,3 %. Доля влияния условий года не превышала 0,95 %.

Количество соплодий на 1 стебле люцерны. В среднем у всех изученных селекционных номеров на черноземе типичном, тяжелосуглинистом отмечено максимальное число соплодий на продуктивных

стеблях. В условиях лугово-глеевой легкосуглинистой почвы данный показатель у всех селекционных образцов был минимальным – в среднем в 2,1 раза меньше, чем у селекционных образцов на черноземе типичном тяжелосуглинистом.

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта показали, что результативный признак «Количество соплодий на 1 стебле» зависит примерно в равной степени как от действия факторов «Почвенная разность» и «Селекционный образец», так и их взаимодействия – на 36,0; 33,5 и 24,5 % соответственно. Доля влияния условий года в среднем не превышала 1,45 %.

Количество семян в 1 бобе. Все исследованные селекционные образцы были близки между собой по количеству семян в бобах – 2,1-2,9 шт./1 боб (табл. 3).

Таблица 3 – Количество семян в бобах у селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях (2016-2018гг.), шт./1 боб

Селекционный образец (фактор А)	Почвенная разность (фактор В)			В среднем	НСР ₀₅ (фактор В)
	В1	В2	В3		
Краснояржская 1 (St 1)	2,91	1,85	2,45	2,40	0,84
Вега 87 (St 2)	2,55	2,23	1,82	2,20	Fф <Fт
Белгородская 86	2,56	1,94	2,54	2,35	Fф <Fт
Краснояржская 2	3,32	1,73	2,77	2,61	1,09
К-1/10 mf	3,08	1,88	2,77	2,58	0,67
Б-86/3 mf	2,80	1,82	2,49	2,37	0,86
NZK 40 mf	2,59	2,99	1,65	2,41	0,65
PPL 6/8	3,19	2,26	2,44	2,63	0,84
В среднем	2,88	2,09	2,37	2,44	0,63
НСР ₀₅ (фактор А)	0,52	0,64	0,66	0,25	

Примечание: см. табл.1

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта показали, что результативный признак «Количество семян в одном бобе», в первую очередь, определяется фактором «Почвенная разность» – на 39,4 %, а от фактора «Селекционный образец» зависит лишь на 7,3 %. Важное значение для формирования признака имеет взаимодействие изученных факторов – 39,2 %. Доля влияния условий года не превышала 1,47 %.

Масса 1000 семян связана с их размерами и выполненностью. По массе 1000 семян селекционные образцы практически не имели отличий – признак варьировал между вариантами опыта в пределах от 1,8 до 2,3 г на протяжении всего периода исследования. Результаты дисперсионного анализа показали, что результативный признак «Масса 1000 семян» определяется фактором «Селекционный образец» на 45,9 %, а фактор «Почвенная разность» влияет проявление признака на 16,2 %. Доля влияния условий года в среднем не превышала 1,47 %.

Урожайность семян люцерны изменчивой на различных почвенных разностях. Основные результаты изучения урожайности семян на различных почвенных разностях представлены в таблице 4.

Минимальная урожайность семян у всех селекционных номеров люцерны отмечена на лугово-глеевой легкосуглинистой почве. На черноземе типичном тяжелосуглинистом сорт Краснояружская 2 и созданные селекционные образцы К-1/10 mf, Б-86/3 mf, PPL6/8 по урожайности семян достоверно превосходили стандарты. Однако на лугово-глеевой легкосуглинистой почве у всех высокоинтенсивных образцов люцерны, кроме NZK 40 mf, показатель снижался до уровня 1,63-3,38 г/м². У сорта Вега 87 была отмечена минимальная потеря урожайности: с 32,76 г/м² до 20,61 г/м².

Таблица 4 – Урожайность семян у селекционной образцова люцерны изменчивой на различных почвенных разностях (2016-2018 гг), г/м²

Селекционный образец (фактор А)	Почвенная разность (фактор В)			В среднем	НСР ₀₅ (фактор В)
	В1	В2	В3		
Краснояружская 1 (St 1)	47,8	9,6	20,9	26,1	8,3
Вега 87 (St 2)	33,1	28,5	16,5	26,1	7,0
Белгородская 86	38,6	10,3	25,7	24,9	6,7
Краснояружская 2	63,4	7,2	23,4	31,4	8,0
К-1/10 mf	63,7	5,4	27,3	32,1	7,0
Б-86/3 mf	67,1	6,1	22,2	31,8	7,7
NZK 40 mf	32,5	32,8	9,7	25,0	6,6
PPL 6/8	60,7	16,8	38,5	38,6	7,0
В среднем	50,9	14,6	23,0	29,5	9,0
НСР ₀₅ (фактор А)	8,3	9,4	8,8	8,1	

Примечание: см. табл.1

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта показали, что результативный признак «Урожайность семян» в первую очередь зависит от фактора «Почвенная разность» – на 63,58 %, а фактором «Селекционный образец» он определяется на 5,45 %. Также на урожайность семян оказывает значительное влияние взаимодействие факторов – 25,5 %. Доля влияния условий года в среднем не превышала 1,01 %.

Устойчивость люцерны изменчивой к болезням на различных почвенных разностях. В опытах была проведена оценка степени пораженности сортов и селекционных образцов люцерны грибными болезнями (комплексом листовых пятнистостей) на различных почвенных разностях (табл. 5).

Установлено, что особые условия для развития болезней складываются на лугово-глеевой легкосуглинистой почве, что делает ее благоприятным провокационным фоном для отбора устойчивых особей люцерны. При возделывании на лугово-глеевой легкосуглинистой почве в опыте отмечен

высокий уровень поражения листьев пятнистостями – 7,1-13,4 % на фоне уровня распространенности болезней – 23,3-73,0 %.

В наименьшей степени поражались пятнистостями созданные селекционные образцы, созданные на основе отбора форм с высокой экспрессией *mf*-мутации с одновременно высоким уровнем покрытия восковым налетом. Установлено, что отборы люцерны, проведенные на лугово-глеевой легкосуглинистой почве, позволяют выделять формы с достаточно высокой толерантностью к развитию болезней, как, например, селекционный образец NZK 40 *mf*.

Таблица 5 – Степень пораженности болезнями (комплекс листовых пятнистостей) селекционных образцов люцерны на различных почвенных разностях (в среднем 2016-2018 гг.), %

Селекционный образец (фактор А)	Почвенная разность (фактор В)			В среднем	НСР ₀₅ (фактор В)
	В1	В2	В3		
Краснояржская 1 (St 1)	4,2	12,5	3,8	6,8	5,9
Вега 87 (St 2)	3,8	8,9	8,8	7,2	4,7
Белгородская 86	3,8	13,3	6,4	7,8	5,5
Краснояржская 2	2,9	13,4	4,7	7,0	4,8
К-1/10 <i>mf</i>	3,3	10,8	3,6	5,9	4,8
Б-86/3 <i>mf</i>	4,1	12,2	6,2	7,5	4,4
NZK 40 <i>mf</i>	2,5	7,1	9,4	6,3	5,4
PPL 6/8	3,3	8,9	4,8	5,7	4,5
В среднем	3,5	10,9	6,0	6,8	4,4
НСР ₀₅ (фактор А)	0,9	3,7	3,2	1,1	

Примечание: см. табл.1

Некоторые показатели кормовой ценности селекционных образцов люцерны изменчивой при возделывании на различных почвенных разностях. Содержание сырого протеина в кормовой массе селекционных образцов люцерны достоверно зависело от почвенных условий (табл. 6).

Таблица 6 – Содержание протеина в селекционных образцах люцерны изменчивой при возделывании на различных почвенных разностях (в среднем 2016-2018 гг.), г/кг а.с.в.

Селекционный образец (фактор А)	Почвенная разность (фактор В)			В среднем	НСР ₀₅ (фактор В)
	В1	В2	В3		
Краснояржская 1 (St 1)	192,0	187,3	189,7	189,7	Fф<Fт
Вега 87 (St 2)	190,0	189,3	187,7	189,0	Fф<Fт
Белгородская 86	192,7	190,3	194,0	192,3	11,2
Краснояржская 2	231,3	175,0	222,3	209,6	10,2
К-1/10 <i>mf</i>	226,0	177,0	197,0	200,0	8,4
Б-86/3 <i>mf</i>	227,3	174,3	183,3	195,0	9,8
NZK 40 <i>mf</i>	192,7	199,9	175,0	188,9	9,5
PPL 6/8	230,7	200,7	202,7	211,3	11,2
В среднем	210,3	186,6	194,0	197,0	

НСР ₀₅ (фактор А)	17,2	14,2	21,8	F _ф <F _т	-
------------------------------	------	------	------	--------------------------------	---

Примечание: см. табл.1

Установлено, что образцы, селекция которых велась на высокую продуктивность, проявляли свои высокие качественные свойства только в оптимальных почвенных условиях чернозема типичного. Наибольшее количество протеина формировали посеvy сорта Краснояружская 2 и созданных селекционных образцов К-1/10 *mf* и Б-86/3 *mf* на черноземе типичном тяжелосуглинистом, превосходя стандарты в среднем на 36,0 – 41,3 г/кг.

Не установлено математически доказанных различий по содержанию абсолютно сухого вещества у изучаемых селекционных образцов люцерны изменчивой при их возделывании на различных почвенных разностях. В зависимости от года исследований колебания показателя составляли от 216,3 до 224,7 г/кг. Уровень содержания сырой клетчатки в надземной фитомассе селекционных образцов люцерны изменчивой не зависел от почвенных условий. В целом по опыту в среднем за три года исследований показатель находился в пределах от 250,7 (Краснояружская 2) до 271,3 (Вега 87) г/кг а.с.в.

3.2 Изучение селекционных форм люцерны изменчивой с выраженной *mf*-мутацией многолисточковости

Важным направлением исследований люцерны является изучение рецессивной генетической мутации многолисточковости (*mf*-мутации). Мутация контролируется рецессивным геном (*mj*) и еще двумя генами, влияющими на ее проявление и закрепляется в потомстве. Растения с высокой экспрессией *mf*-мутации имеют важное значение как селекционный материал [Juan et al., 1993; Petkova, 2003; Petkova, Djukic, 2007].

В наших опытах по изучению индивидуальных отборов из люцерны сорта Краснояружская 1 с высоким уровнем экспрессии *mf*-мутации была установлена высокая изменчивость в потомстве по признаку многолисточковости. Была выделена группа селекционных образцов с низкой выраженностью признака – 52,8 %, 9,9 % селекционных образцов имели индекс экспрессии на уровне стандарта, 36,3 % превышали стандарт на 9,3-62,7 %. Максимальный индекс выраженности мутации был у селекционного образца SP-23 – 2,62.

Установлена высокая изменчивость по показателю сбора сухого вещества надземной фитомассы. При этом у 42,9 % селекционных образцов этот показатель изменялся в пределах 0,29-0,77 кг/м². У 16,5 % селекционных образцов показатель был на уровне стандарта, у 39,6 % – превысил стандарт в среднем на 12,2-72,5 %. Максимальная продуктивность надземной фитомассы установлена у селекционных образцов SP-24 и SP-28 – 1,48 и 1,50 кг/м² соответственно.

Выделен селекционный образец SP-11, особи которого имеют высокие показатели экспрессии *mf*-мутации многолисточковости и продуктивности надземной фитомассы на фоне низкого содержания биологически активных

веществ, потенциально опасных для жвачных животных – сапонинов. Популяция SP-11 будет включена в селекционную программу по созданию сортов люцерны с высокими кормовыми качествами.

3.3. Изучение клонального микроразмножения для получения исходного материала люцерны изменчивой ускоренным методом

Методом клонального микроразмножения за короткий срок можно получить большое количество однородного посадочного материала растений. Люцерна – культура, которую в мире активно размножают *in vitro* [Small, 2011; Строева, Дарханова, 2017]. В наших опытах отработывали методику введения в культуру *in vitro* многолисточковых форм люцерны изменчивой, отобранных в результате изучения селекционных форм с выраженной *mf*-мутацией многолисточковости, обладающих комплексом хозяйственно-полезных признаков. На первом этапе исследований было важно определить, из какой зоны и на каком этапе онтогенеза люцерны изменчивой следует отбирать материал для последующего размножения и введения в культуру. Установлено, для введения в культуру *in vitro* люцерны изменчивой зелеными черенками необходимо использовать нижнюю часть побега на уровне 20 см, как в период стеблевания-цветения, так и в фазу плодообразования. Это позволяет получать от 63,3 до 80,0 % стерильных жизнеспособных эксплантов. На втором этапе исследований был проведен сравнительный анализ эффективности использования различных питательных сред для размножения люцерны изменчивой в условиях *in vitro* (табл. 7).

Таблица 7 – Сравнительный анализ эффективности использования различных питательных сред для размножения люцерны изменчивой в условиях *in vitro*

Показатели	Среда		
	MS	Гамборга	½ Гамборга
Количество живых стерильных растений, шт.	19	18	17
Высота растений, см	3,3±0,5	3,0±0,4	1,4±0,4
Количество стеблей, шт.	1,7±0,6	1,4±0,4	1,3±0,4
Количество междоузлий, шт.	3,9±0,9	2,8±0,8	2,2±0,5
Количество эксплантов, образовавших корни, шт.	6	2	0
Длина корней, см	0,55±0,05	0	0
Каллус, d, см	0,3±0,06	0,4±0,08	0,5±0,1

Установлено, что наиболее эффективной для этапа размножения люцерны в условиях *in vitro* является питательная среда MS (рис. 1).



Рисунок 1 – Экспланты люцерны, культивируемые на среде MS

Коэффициент размножения люцерны изменчивой *in vitro* на среде MS составил 3,9.

3.4 Экономическая эффективность кормовой и семенной продуктивности селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях ЦЧР

Была проведена экономическая оценка эффективности возделывания новых селекционных образцов люцерны изменчивой на различных почвенных разностях при двуукосном кормовом (два укоса на зеленую массу в фазу бутонизация-начало цветения) и кормосеменном (первый укос в фазу бутонизация-начало цветения, второй укос на семена) использовании (рис.2).

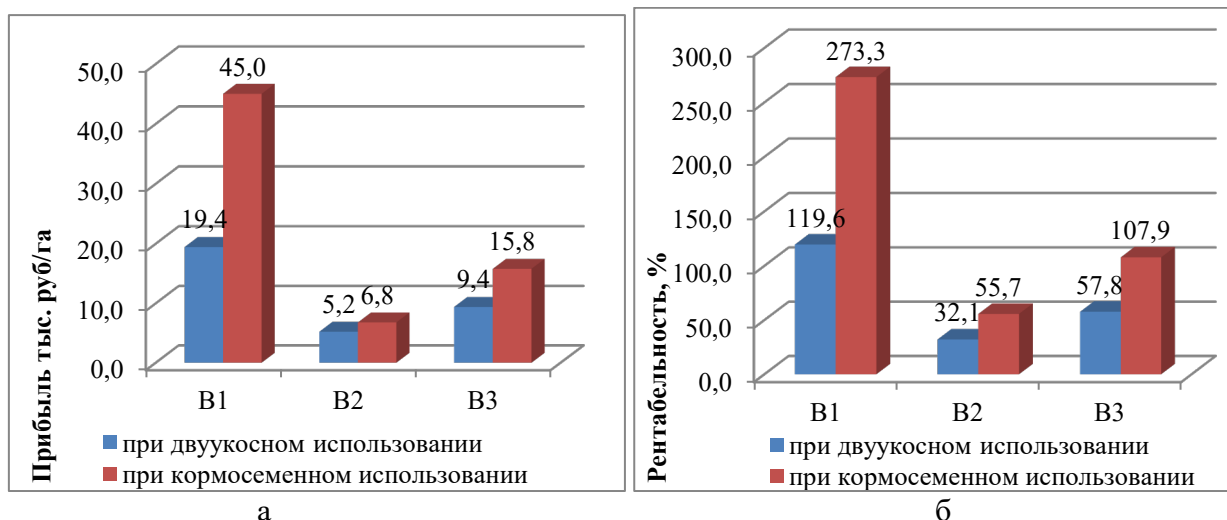


Рисунок 2 – Экономическая эффективность возделывания люцерны изменчивой на различных почвенных разностях (а – прибыль, тыс. руб./ га; б – рентабельность, %)

Расчет проведен на основе технологической карты затрат на производство люцерны изменчивой, исходя из технологии и технологического обеспечения ЗАО «Краснояржская зерновая компания», на базе которой

проводились полевые опыты. Цена реализации сена составила 5,5 тыс. руб./т, семян – 190 руб./кг.

Экономически выгодно возделывать высокоинтенсивные сорта люцерны Белгородская 86 и Краснояружская 2 и созданные селекционные образцы К-1/10 mf, Б-86/3 mf на черноземе типичном тяжелосуглинистом.

При кормосеменном использовании их рентабельность находится на уровне 140,6-188,4 % при укосе на сено и 264,02-533,46 % при укосе на семена.

При укосе на корм рентабельность находится в диапазоне от 88,3 до 145,4 %.

Созданные селекционные образцы NZK 40 mf и PPL 6/8 являются универсальными и могут быть рекомендованы для возделывания на всех изученных почвенных разностях.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что наибольшая продуктивность абсолютно сухого вещества надземной фитомассы формируется созданными селекционными образцами люцерны изменчивой на черноземе типичном тяжелосуглинистом – в среднем 1103,5 г (1,10 кг) абсолютно сухого вещества на 1 м² (г а.с.в./ м²). На черноземе выщелоченном супесчаном и лугово-глеевой легкосуглинистой почве продуктивность абсолютно сухого вещества надземной фитомассы всех созданных селекционных образцов снижается на 40,9 % и 53,8 % соответственно. Высокую продуктивность надземной фитомассы на черноземе типичном тяжелосуглинистом обеспечивают посеvy созданных селекционных образцов: PPL 6/8 (1377,6 г (1,38 кг) а.с.в./м²), К-1/10 mf (1209,7 (1,21 кг) г а.с.в./м²), Б-86/3 mf (1175,8 г (1,18 кг) а.с.в./м²) и Б-86/3 mf (1175,7 (1,18 кг) г а.с.в./м²). Созданный селекционный образец NZK 40 mf на лугово-глеевой легкосуглинистой почве показал хорошую кормовую продуктивность (835,6 г (0,84 кг) а.с.в./м²), превысив сорт Краснояружская 1 (St 1) на 87,5 % и сорт Вега 87 (St 2) на 53,3%. На черноземе выщелоченном супесчаном кормовую продуктивность на уровне стандартов показал созданный селекционный образец PPL 6/8 (717,2 г (0,72 кг) а.с.в./м²).

2. Выявлено, что содержание сырого протеина в кормовой массе созданных селекционных образцов люцерны главным образом зависит от почвенных условий возделывания. Созданные селекционные образцы, селекция которых велась на высокую продуктивность надземной фитомассы, проявляли свои высокие качественные свойства только на черноземе типичном тяжелосуглинистом. В этих условиях наибольшее содержание сырого протеина отмечено у сорта Краснояружская 2 и созданных селекционных образцов К-1/10 mf и Б-86/3 mf, которые превосходили стандарты в среднем на 36,0 – 41,3 г/кг.

3. Установлено, что на черноземе типичном тяжелосуглинистом высокую урожайность семян формируют созданные селекционные образцы Б-86/3 mf (67,1 г/ м²), К-1/10 mf (63,7 г/ м²), PPL 6/8 (60,7 г/ м²) и сорт

Краснояржская 2 (63,4 г/ м²), превосходя по этому показателю сорт Краснояржская 1 (St 1) на 33,3 %; 40,4 %; 32,7 % и 27,0 %, и сорт Вега 87 (St 2) на 92,3 %; 102,4 %; 91,4 % и 83,1 % соответственно. Созданный селекционный образец NZK 40 mf на лугово-глеевой легкосуглинистой почве показал относительно высокую урожайность семян (32,8 г/ м²), превысив сорт Краснояржская 1 (St 1) в 3,4 раза и сорт Вега 87 (St 2) на 15,1%. На черноземе выщелоченном супесчаном лучшим по урожайности семян был созданный селекционный образец PPL 6/8 (38,5 г/м²), превысивший сорт Краснояржская 1 (St 1) на 84,2 % и сорт Вега 87 (St 2) на 133,3 %.

4. Доказано, что семенная продуктивность созданных селекционных образцов на различных почвенных разностях является выявленной нами функцией взаимодействия нескольких главных признаков: количества продуктивных стеблей на 1 м², количества бобов в соплодии, количества соплодий на одном стебле, количества семян в одном бобе. Методом дисперсионного анализа установлены доли влияния основных факторы, определяющих формирование главных компонентов структуры урожая: а) количество продуктивных стеблей на 79,5 % зависит от фактора «Селекционный образец», и на 0,7 % определяется фактором «Почвенная разность» при доле влияния условий года на уровне 11,7 %; б) количество бобов в одном соплодии определяется фактором «Селекционный образец» на 45,5 %, почвенными условиями на 23,6% и взаимодействием факторов на 19,3 %, независимо от условий года (0,95 %); в) количество семян в бобе на 39,4 % зависит от фактора «Почвенная разность», на 39,2 % определяется взаимодействием факторов, а фактор «Селекционный образец» определяет формирование признака на 7,0 %. Доля влияния условий года в среднем не превышает 1,47 %.

5. Выявлено, что за формирование семенной продуктивности в различных почвенных условиях отвечают различные признаки: а) на черноземе типичном тяжелосуглинистом – количество бобов в одном соплодии, количество соплодий на стебле, количество плодоносящих стеблей и масса 1000 семян; б) на лугово-глеевой легкосуглинистой почве определяющим является количество плодоносящих стеблей; в) на черноземе выщелоченном супесчаном – количество бобов в одном соплодии, количество соплодий на стебле и масса 1000 семян.

Доказано, что совокупный признак «Урожайность семян» на 63,58 % зависит от фактора «Почвенная разность», фактор «Селекционный образец» определяет признак на 5,45 %, взаимодействие факторов генотип-среда («Селекционный образец» – «Почвенная разность») – на 25,5 % при доле влияния условий года около 1 %

6. Установлено, что особые условия для развития грибных болезней (листовых пятнистостей) складываются на лугово-глеевой легкосуглинистой почве, что делает эти условия провокационным фоном для отбора устойчивых особей люцерны. При возделывании на лугово-глеевой легкосуглинистой почве в опыте отмечен высокий уровень поражения листьев пятнистостями –

7,1-13,4 % на фоне уровня распространенности болезней – 23,3-73,0 %. В наименьшей степени поражались пятнистостями селекционные образцы, созданные на основе отбора форм с высокой экспрессией *mf*-мутации с одновременно высоким уровнем покрытия листьев восковым налетом. В результате селекции, проведенной на лугово-глеевой легкосуглинистой почве, выделен новый селекционный образец NZK 40 *mf* с достаточно высокой толерантностью к развитию болезней.

7. Установлено, что для эффективного возделывания люцерны изменчивой на лугово-глеевой легкосуглинистой почве и черноземе выщелоченном супесчаном необходимо создавать для этого специализированные сорта. Выделены селекционные образцы NZK 40 *mf* и сорта Вега 87, Краснояружская 1, Белгородская 86, которые обладают высокой адаптивной способностью при возделывании в неблагоприятных условиях, хотя и меньшей степени общей потенциальной продуктивностью.

8. Установлено, что на ранних этапах селекции метод индивидуально-семейного отбора позволяет эффективно выделить формы с высокой экспрессией *mf*-мутации. Получен исходный селекционный образец SP-11, особи которого характеризуются высокой экспрессией *mf*-мутации (1,82 баллов), высоким урожаем зеленой массы (3,41 кг/м²), низким содержанием биологически активных веществ – сапонинов, потенциально опасных для жвачных животных. Созданный селекционный образец SP-11 рекомендуется к включению в селекционную программу по созданию сортов люцерны с высокими кормовыми качествами.

9. Установлена эффективность использования метода клонального микроразмножения для введения в культуру *in vitro* люцерны изменчивой. При размножении зелеными черенками необходимо использовать нижнюю часть побега на уровне 20 см, как в период стеблевания-цветения, так и в фазу плодообразования. Это позволяет получать от 63,3 до 80,0 % стерильных жизнеспособных эксплантов. Для культивирования и размножения люцерны изменчивой в условиях *in vitro* рекомендуется использовать питательную среду MS, коэффициент размножения составляет 3,9.

10. Доказано, что экономически выгодно возделывать высокоинтенсивные сорта люцерны Белгородская 86 и Краснояружская 2 и созданные селекционные образцы К-1/10 *mf*, Б-86/3 *mf* на черноземе типичном тяжелосуглинистом. При кормосеменном использовании рентабельность их возделывания находится на уровне 140,6-188,4 % при укосе на сено и 264,0-533,5 % при получении семян. При использовании на корм рентабельность находится в диапазоне от 88,3 до 145,4 %.

11. Усовершенствована методика ускоренного размножения, введения в культуру *in vitro* и культивирования микрклональным методом индивидуальных отборов люцерны изменчивой по признаку многолисточковости для дальнейшей селекционной работы.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И СЕЛЕКЦИИ

1. Проводить анализ исходного материала на ранних этапах селекции в почвенных условиях, типичных для региона, планируемого для возделывания люцерны изменчивой.

2. Возделывать высокоинтенсивные сорта люцерны Краснояружская 1 Белгородская 86, и Краснояружская 2 на черноземах типичных тяжелосуглинистых.

3. При возделывании в неблагоприятных условиях на лугово-глеевой легкосуглинистой почве наиболее целесообразно использование универсального сорта Вега 87.

4. Создать на основе выделенных в опытах отобранных селекционных образцов PPL 6/8 и NZK 40 mf специализированные сорта люцерны изменчивой для возделывания на лугово-глеевой легкосуглинистой почве в условиях пойменных земель и черноземе выщелоченном супесчаном.

5. Использовать исходный селекционный материал люцерны изменчивой с высокой экспрессией *mf*-мутации многолистковости для получения высокопродуктивных сортов.

6. Созданные селекционные образцы NZK 40 mf и PPL 6/8 рекомендуются для возделывания на всех изученных почвенных разностях в юго-западной части Центрально-Черноземного региона.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК

1. **Бородаева Ж.А.**, Думачева Е.В., Чернявских В.И. Новые сорта многолетних бобовых трав для Центрального Черноземья // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. Т. 50. С. 72-75.
2. Чернявских В. И., Думачева Е. В., **Бородаева Ж. А.** Устойчивость сортопопуляций *Medicago varia* Mart. к листовым пятнистостям в экотопах юга Среднерусской возвышенности // Аграрная наука. Специальный выпуск. 2019. Т. 1. С. 109-112.
3. **Бородаева Ж.А.**, Чернявских В.И., Думачева Е.В. Изучение особенностей введения в культуру *in vitro* индивидуальных отборов *Medicago varia* Mart. Для ускоренного размножения селекционных образцов // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 59. С. 19-25.

Статьи в изданиях, рецензируемых в БД Scopus

1. Dumacheva E.V., Cherniavskih V.I., Gorbacheva A.A., Vorobyova O.V., **Borodaeva Z.A.**, Bepalova E.N., Ermakova L.R. Biological resources of the Fabaceae Family in the Cretaceous south of Russia as a source of starting material for drought-resistance selection // International Journal of Green Pharmacy. 2018. 12 (2). P. 354-358.
2. Cherniavskih, V.I., Sidelnikov, N.I., Dumacheva, E.V., **Borodaeva, Z.A.**, Glubsheva, T.N., Gorbacheva, A.A., Vorobyova, O.V., Korolkova, S. Biological resources of natural forage grassland of the cretaceous south of the European Russia // EurAsian Journal of BioSciences. 2019. 13 (2). P. 845-849.
3. Cherniavskih, V.I., Dumacheva, E.V., **Borodaeva, Z.A.**, Gorbacheva, A.A., Horolskaya, E.N., Gagieva, L.C., Kotsareva, N.V., Korolkova, S.V. Features of intra population variability of *medicago varia* mart. With the expressed mf-mutation on a complex qualitative characteristics // EurAsian Journal of BioSciences. 2019. 13 (2). P. 733-737.

Статьи в прочих изданиях

1. **Бородаева Ж.А.**, Беспалова Е.Н. Эколого-ценотические подходы в селекции многолетних бобовых трав // Онлайн-конференция «Исследования молодых ученых – аграрному производству». 10 февраля 2016 г.
2. Чернявских В.И., Думачева Е.В., **Бородаева Ж.А.**, Беспалова Е.Н. Хозяйственно-ценные виды Fabaceae в естественных сообществах юга Среднерусской возвышенности как исходный материал для селекции // Материалы XVIII международной научной конференции. Биологическое разнообразие Кавказа (4-5 ноября 2016 г.) г. Грозный. 2016. С. 127-131
3. Думачева Е.В., Чернявских В.И., **Бородаева Ж.А.**, Беспалова Е.Н. Экологические особенности многолетних бобовых трав в естественных фитоценозах юга среднерусской возвышенности // Совмещенные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта: Междунар. науч. экол. конф. / под ред. И. С. Белюченко. Краснодар. КубГАУ. 2016. С. 347-350.
4. Соболев Т.С., **Бородаева Ж.А.**, Беспалова Е.Н. Изучение симбиотического взаимодействия бобовых трав в агроэкосистемах Белгородской области // В книге: Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов Сборник тезисов III Пушинской школы-конференции. Под редакцией Т.А. Решетиловой. 2016. С. 19-20.
5. **Бородаева Ж.А.**, Беспалова Е.Н. Изучение сортовых особенностей накопления сапонинов у бобовых трав / Селекция растений: прошлое, настоящее и будущее. Сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 140-летию НИУ «БелГУ» и 100-летию со дня рождения селекционера, ученого и педагога, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Щелоковой Зои Ивановны. 2017. С. 17-19.
6. Чернявских В.И., Думачева Е.В., **Бородаева Ж.А.** Роль исходного материала в селекции многолетних трав // Естественнонаучные, инженерные и экономические

исследования в технике, промышленности, медицине и сельском хозяйстве : материалы I Молодежной науч.-практ. конф. с междунар. участием / М-во образования и науки РФ, НИУ БелГУ ; под общ. ред. С.Н. Девицыной. - Белгород, 2017. - С. 632-634.

7. **Бородаева Ж.А.**, Беспалова Е.Н. Экологические особенности произрастания многолетних бобовых трав на карбонатных почвах и меловых обнажениях в условиях Центрального Черноземья // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития: Материалы VII Международной научной конференции. (Донецк, 17–19 мая 2017 г.). – Ростов-на-Дону: Альтаир, 2017. С. 66-69.

8. **Бородаева Ж.А.**, Беспалова Е.Н. Особенности селекции многолетних бобовых трав в Белгородской области // Естественнонаучные, инженерные и экономические исследования в технике, промышленности, медицине и сельском хозяйстве: материалы I Молодёжной научно-практической конференции с международным участием; под общ. ред. С.Н. Девицыной. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2017. С. 619-621.

9. Чернявских В.И., Думачева Е.В., **Бородаева Ж.А.** Роль исходного материала в селекции многолетних трав // Естественнонаучные, инженерные и экономические исследования в технике, промышленности, медицине и сельском хозяйстве: материалы I Молодёжной научно-практической конференции с международным участием; под общ. ред. С.Н. Девицыной. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2017. С. 621-

10. Чернявских В. И., Думачева Е. В., **Бородаева Ж. А.**, Беспалова Е. Н. Поиск ценного исходного материала для селекции многолетних бобовых трав // Современные проблемы адаптации (Жученковские чтения IV). Часть II: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции 24–26 сентября 2018 г. / отв. ред. О.Н. Полухин. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ». 2018. С. 330-332.

11. Чернявских В.И., Думачева Е.В., **Бородаева Ж.А.** Особенности адаптации экотипов *Medicago varia* М. к различным условиям экотопа // Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений: сборник материалов V Международной научно-методологической конференции: в 2 т. Москва, 15–19 апреля 2019 г. / отв. ред. М. С. Гинс. Москва: РУДН. 2019. С. 104-107.

12. Чернявских В.И., Думачева Е.В., Дегтярь О.В., Дегтярь А.В., **Бородаева Ж.А.** Анализ потенциальной продуктивности травянистой растительности овражно-балочных комплексов Белгородской области // Полевой журнал биолога. 2019. Том 1, № 1. С. 55-64.

13. **Бородаева Ж.А.** Изучение морфометрических показателей семенной продуктивности *Medicago varia* Mart. с *mf*-мутацией в различных экотопах юга Среднерусской возвышенности области // Полевой журнал биолога. 2019. Том 1, № 1. С. 123-131.

14. **Бородаева Ж.А.** Использование клонального микроразмножения в селекции люцерны // Innovations in life sciences: сборник материалов Международного симпозиума. Белгород, 10–11 октября 2019 г. / под общ. ред. И.В. Спичак. Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ». 2019. С. 47-49.

15. Чернявских В.И., Думачева Е.В., Щедрина Ю.Е., **Бородаева Ж.А.**, Филатов С.В., Коноплев В.В. Семеноводство медоносных культур в условиях малых форм хозяйствования Белгородской области: учеб. пособие // Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2020. 86 с.

16. Бородаева Ж.А., Каттабоева Г.С., Бердиев М.Ф. Эколого-биологические особенности накопления микроэлементов в особях *M. Varia* Mart // Innovations in life sciences: сборник материалов II международного симпозиума, г. Белгород, 19–20 мая 2020 г. / отв. ред. И.В. Спичак. – Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2020. – С. 55-56.