

УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК»

(Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН)

На правах рукописи

ТОРМОЗИН

Максим Александрович

**ПОВЫШЕНИЕ СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ
ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ (*MEDICAGO VARIA* MART.)
СЕЛЕКЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ В УСЛОВИЯХ
СРЕДНЕГО УРАЛА**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация на соискание ученой степени доктора
сельскохозяйственных наук

Научный консультант:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Владимир Иванович Чернявских

Екатеринбург 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 5 |
| ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ЛЮЦЕРНЫ..... | 17 |
| 1.1 Культура люцерны в мире | 17 |
| 1.2 Основные методы селекции люцерны..... | 19 |
| 1.3 Селекция на кормовую продуктивность, качество корма, устойчивость к болезням и вредителям..... | 25 |
| 1.4 Селекция на семенную продуктивность..... | 36 |
| ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ | 48 |
| 2.1 Почвенно-климатические условия Урала и Свердловской области | 48 |
| 2.2 Условия проведения исследований..... | 50 |
| 2.3 Методика проведения исследований..... | 55 |
| ГЛАВА 3 ПЕРВИЧНОЕ ИЗУЧЕНИЕ И СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА..... | 64 |
| 3.1 Поиск генетических источников зимостойкости и семенной продуктивности люцерны в условиях Среднего Урала..... | 65 |
| 3.2 Формирование теоретических и практических подходов к оценке самофертильности исходного материала для селекции люцерны..... | 77 |
| 3.3 Техника гибридизации при создании нового исходного материала..... | 83 |
| 3.4 Ускоренное создание селекционного материала..... | 83 |
| ГЛАВА 4 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПРИЗНАКОВ И СВОЙСТВ СОЗДАННОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ НА ПРИНЦИПАХ ПОВЫШЕНИЯ САМОФЕРТИЛЬНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОТБОРА НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА..... | 90 |

| | |
|--|-----|
| 4.1 Оценка семенной продуктивности созданных селекционных образцов люцерны изменчивой с высокой самофертильностью..... | 91 |
| 4.2 Оценка селекционной ценности исходных селекционных форм люцерны с высокой самофертильностью при вегетативном размножении..... | 100 |
| 4.3 Оценка селекционной ценности генераций первого поколения у селекционных форм люцерны с высокой самофертильностью..... | 108 |
| 4.4 Взаимосвязь признаков и свойств между исходными формами люцерны с высокой самофертильностью и последующей их генерациями..... | 113 |
| 4.5 Оценка сложногибридных популяций, созданных на основе форм с высокой самофертильностью в различных поколениях репродукции..... | 118 |
| ГЛАВА 5 ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЮЦЕРНЫ | |
| В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ..... | |
| 5.1 Питомник конкурсного сортоиспытания № 1 закладки 2004 г. (КСИ 1)..... | 132 |
| 5.2 Питомник конкурсного сортоиспытания № 2 закладки 2007 г. (КСИ 2)..... | 137 |
| 5.3 Питомник конкурсного сортоиспытания № 3 закладки 2011 г. (КСИ 3)..... | 140 |
| 5.4 Питомник конкурсного сортоиспытания № 4 закладки 2015 г. (КСИ 4)..... | 143 |
| 5.5 Оценка влияние срока жизни травостоев, генотипа и условий года на кормовую и семенную продуктивность люцерны..... | 147 |
| 5.6 Взаимосвязь погодных условий, складывающихся в различные периоды вегетации и основных свойства селекционного материала люцерны изменчивой..... | 149 |
| 5.7 Оценка признаков и свойств селекционного материала люцерны изменчивой, созданного различными методами..... | 152 |
| ГЛАВА 6 РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО | |
| СОРТОИСПЫТАНИЯ..... | |
| 6.1 Сортовое разнообразие селекционных достижений..... | 158 |
| 6.2 Сравнительное изучение сортов различного географического происхождения в условиях Среднего Урала..... | 165 |
| 6.3 Оценка сортов и созданных селекционных образцов люцерны в условиях Центрально-Черноземного региона..... | 174 |

| | |
|---|-----|
| ГЛАВА 7 ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЮЦЕРНЫ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ..... | 184 |
| 7.1 Экономическая оценка сортов и созданных селекционных образцов в условиях Центрально-Черноземного региона..... | 184 |
| 7.2 Экономическая эффективность возделывания сортов и селекционных образцов люцерны в условиях Среднего Урала..... | 188 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 193 |
| ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 201 |
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ..... | 203 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 205 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ..... | 257 |
| Приложение А. Дополнительный материал по первичному изучению и созданию исходного материала для селекции на семенную продуктивность люцерны изменчивой в условиях Среднего Урала..... | 258 |
| Приложение Б. Дополнительный материал по оценке семенной продуктивности созданных селекционных образцов люцерны изменчивой с высокой самофертильностью..... | 262 |
| Приложение В. Дополнительный материал по оценке селекционной ценности исходных селекционных форм люцерны с высокой самофертильностью при вегетативном размножении..... | 272 |
| Приложение Г. Дополнительный материал по оценке сложногибридных популяций, созданных на основе форм с высокой самофертильностью в различных поколениях репродукции..... | 283 |
| Приложение Д. Дополнительный материал по изучению люцерны в питомнике конкурсного сортоиспытания № 4 закладки 2015 г. (КСИ 4)..... | 287 |
| Приложение Е. Дополнительный материал по сравнительному изучению сортов различного географического происхождения в условиях Среднего Урала | 292 |
| Приложение Ж. Документы о внедрении результатов научных исследований... | 302 |
| Приложение И. Результат интеллектуальной деятельности..... | 315 |

ВВЕДЕНИЕ

Люцерна – одна из важнейших сельскохозяйственных культур в мире, обладающая высокой урожайностью и питательной ценностью для производства молока во всех странах [Лазарев и др., 2019; Косолапов и др., 2015, 2022, 2023; No-roozietal., 2022; Мороз, Спиридонов, 2022; State Agriculture Overview, 2023]. Люцерна является одной из наиболее стратегически значимых мировых сельскохозяйственных культур по потенциалу производства белка, важности в севооборотах, сокращении использования минеральных удобрений, интенсивности азотфиксации [Putman D.N. et al., 2017; Adhikari, Missaoui, 2017; Игнатъев и др., 2021 а; Дюкова и др., 2022; Степанова, 2023]. В странах с интенсивным сельскохозяйственным производством и развитым животноводством люцерна, с точки зрения экономической ценности, является третьей по счету сельскохозяйственной культурой после сои и кукурузы [Baral et al., 2022].

В общей площади многолетних трав в России, составляющей по данным Росстата 8813 тыс. га, посевы люцерны занимают около 2000-2200 тыс. га, главным образом в сельскохозяйственных предприятиях с интенсивным животноводством. Люцерна является источником протеина в основном корме для 17,5 млн. голов крупного рогатого скота, 20,8 млн. голов коз и овец, а так же производства в убойном весе 1,62 млн. т мяса КРС, 210 тыс. т мяса овец коз и 33,0 млн. т молока. Посевы люцерны являются основным источником протеина в кормах для жвачных животных, с содержанием в сухом веществе до 16-24 % общего протеина в зависимости от сорта и технологий возделывания. [Игнатъев и др., 2021а,б; Регидин и др., 2022; Сельское хозяйство в России..., 2023; Как устроен мировой рынок сена люцерны, 2023].

В связи с климатическими изменениями и потеплением в северных регионах, отмечена устойчивая тенденция увеличения доли люцерны в структуре посевов многолетних трав. Культура люцерны начинает играть значительную роль в регионах, ранее не относившихся к зоне люцерносеяния. К одному из таких регионов можно отнести Средний Урал. В настоящее время в Уральском Федеральном округе посевы многолетних трав составляют 613,1 тыс. га с долей старовозраст-

ных посевов люцерны около 40 % (240,0 тыс. га). И доля люцерны увеличивается с каждым годом на 5-10 % [Сельское хозяйство в России..., 2023].

Корма из люцерны, особенно сено, имеют огромный экспортный потенциал [Завод по производству кормов...2024]. По данным Ассоциации производителей-экспортеров сена и кормов(АРЕНФ), мировое производство молока в мире неуклонно растет и к 2029 г. по прогнозам достигнет 997 млн. т., что стимулирует спрос на высококачественные корма из люцерны [Как устроен мировой рынок сена люцерны, 2023].

По прогнозам экономистов, мировой рынок люцерны к 2030 г. может превысить 42 млрд. долл. Потенциально, российские поставки люцерны на мировой рынок к этому году оцениваются в объеме 100-120 тыс. т сена, что составляет до 60 млн. долл.[У России есть потенциал..., 2024].

В регионах и странах с неблагоприятным засушливым климатом (Китай, Саудовская Аравия, ОАЭ, Иран и др.), в связи с острым дефицитом пресной воды и пригодных для ведения сельского хозяйства земель, на фоне роста населения, активно наращиваемое производство молока строится на импорте кормов, в первую очередь, сена из люцерны, из регионов, благоприятных для ее возделывания.

В настоящее время ежегодный объем экспортного рынка сена превышает 9 млн. т или 3 млрд. \$ США: главный экспортер США – 5 млн. т, Европа 2,68 млн. т, Австралия 1,2 млн. т, Канада – 0,9 млн. т, Аргентина – 0,24 млн.т. Ежегодное мировое производство сена из люцерны составляет 119,6 млн. т. К 2027 г. потребность в сене из люцерны еще увеличится на 32,6 млн.т. В том числе потребление сена люцерны в Китае увеличится на 4 млн. т, в Северной Америке – на 14,4 млн. т, в южной Америке – на 2,8 млн.т., в Европе – на 6,7 млн.т, в Японии – на 1,1 млн. т. По оценкам экспертов, от 5 % до 15-25 % рынка сена люцерны может занять Россия, благодаря почвенно-климатическому потенциалу, особенно на фоне прогнозируемых климатических изменений [Как устроен мировой рынок сена люцерны, 2023].

Ежегодные, экономически обоснованные площади посева люцерны для восполнения высокопродуктивных посевов этой культуры в сельскохозяйственных предприятиях должны составлять не менее 400-450 тыс. га. Для обеспечения такой площади посева России необходимо 8 000-9 000 т семян люцерны. С учетом посевов в фермерских и крестьянских хозяйствах, годовая потребность может увеличиваться до 10-11 тыс. т. Прогнозируется увеличение как площади под посевами люцерны, так и рост их продуктивности за счет совершенствования технологий и, особенно, с учетом новых вызовов экспортно-ориентированной экономики и возможного формирования рынка сена. При этом семян современных сортов в стране недостаточно.

Основным фактором, ограничивающим рост посевных площадей люцерны и необоснованное увеличение сроков использования травостоев, является недостаток семян. Низкая семенная продуктивность люцерны связана в первую очередь с биологией опыления и семяобразования этой культуры, в сильной степени зависящей от распространения специфических опылителей, погодных условий, теплообеспеченности, возможности возникновения конфликта кормовой и семенной продуктивности [Дзюбенко, 1982; Тимошкин и др., 2013; Игнатъев и др., 2019].

Российская Федерация обладает огромным разнообразием почвенно-климатических условий, в регионах пригодных для возделывания люцерны. Для повышения кормовой продуктивности люцерны в стране необходимо создание линейки адаптированных региональных сортов. На фоне роста кормовой продуктивности новых сортов, проблема семенной продуктивности люцерны продолжает оставаться до конца не решенной. Необходимо гарантированное семеноводство сортов, районированных в различных зонах для максимального сохранения хозяйственно-ценных свойств, полученных в результате селекции [Чернявских и др., 2012; Чернявских, 2016; Косолапов и др., 2021б, 2022; Burezq, 2021; Зотиков и др., 2023].

Условием, ограничивающим распространение культуры люцерны на Среднем Урале, является семеноводство, связанное с рядом биологических особенно-

стей получения семян и сортовых качеств используемых в регионе сортов. В связи с этим повышение семенной продуктивности сортов люцерны на фоне высокой урожайности кормовой массы в условиях короткого вегетационного периода региона является наиболее актуальным. Создание сортов с гарантированным семеноводством в условиях Среднего Урала, позволяет иметь региональную независимость в семеноводстве люцерны, а так же обеспечивать устойчивыми сортами и прилегающие регионы: Сибирь и север Европейской России [Нагибин и др., 2016, 2017; Тормозин, Чернявских, 2022].

Разработка теоретических и экспериментальных основ получения высокопродуктивных сортов люцерны с высокой урожайностью кормовой массы и высокой семенной продуктивностью, имеет важнейшее значение для решения проблемы устойчивого производства люцерны в условиях, как Среднего Урала, так и Российской Федерации в целом [Нагибин и др., 2017; Тормозин и др., 2019].

Степень разработанности темы исследования.

Вопросы селекции и семеноводства люцерны, как одной из ведущих мировых кормовых культур, активно исследуют как в России, так и за рубежом. Широко известны работы по морфобиологии, систематике, генетике, поиску ценных исходных форм люцерны таких ученых как Е.Н. Синская (1950-2003); J.L. Bolton (1962); П.А. Лубенец (1956-1985); А.И. Иванов (1980, 1983); Е.Т. Bingham (1968-2023); П.П. Вавилов (1986); Д.А. Киризий (2007); П.Т. Пикун (2012); Н.И. Дзюбенко (1982-2017); Н.Н. Лазарев (2016, 2019); И.К. Ткаченко (1977-2008); Y. Wang (2013-2020); С.А. Medina (2020, 2021); Е. Small (2011); Н.Ю. Малышева (1997-2020); М.Н.М.Л. Andrade (2022) и др.

Многочисленные исследования посвящены разработке методических и методологических подходов к селекции культуры, включая различные методы индуцированной полиплоидии, мутагенеза, гетерозисной селекции, поликросса и другие, которые нашли отражение в работах J.L. Bolton (1962); Е.Т. Bingham (1968-2023); Т.Н. Busbice (1974-1976); В.П. Головина (1977-2000); А.М. Константинова (1973); В.К. Шумного (1978); Э.В. Квасовой (1978); Г.И. Макарова (1984); R.R. Hill (1983, 1985); Н.А. Боме (1987); Ю.М. Писковацкого (1987-2007); Е.С.

Brummer (1999-2008); В.И. Чернявских (2002-2024); О.А. Тимошкина (2017-2023) и др.

Особое внимание уделяют вопросам комплексной селекции на кормовую и семенную продуктивность, устойчивость к био- и абиотическим факторам, технологиям возделывания культуры в различных регионах: К. Lesins (1950-1961); D.W. Wiersma (1997); E.C. Brummer (1999-2011); S. Popovic (2001); К.Н. Привалова (2007-2014); Т.Н. Дронова (2014-2018); Veronesi (1987-2010); D. Milic' (2011); P. Annicchiarico (2010-2021); X. Liu (2017); L. Adhikari (2018); N. Louwaars (2018-2021); Л.Г. Атласова (2019-2023); М.Ш. Гаплаев (2020-2024); А.М. Спиридонов (2022-2023) и др.

Проблемам симбиотической и фитоценотической селекции посвящены работы М.В. Ибрагимова (1987-2006); В.А. Фигурина (2014, 2016); М.Л. Румянцевой (2015, 2018); Н.Н. Дюковой (2007-2023); Г.В. Степановой (1990-2023) и др.

В работах ведущих ученых намечены актуальные методологические и практические направления развития исследований в области селекции и семеноводства люцерны и показано, что наименее разработанным аспектом является увеличение семенной продуктивности люцерны селекционными методами.

Цель исследования – решение важной народно-хозяйственной задачи повышения кормовой и семенной продуктивности люцерны в условиях Среднего Урала на основе изучения мировых генетических ресурсов, совершенствования методов создания современных конкурентоспособных сортов, установления закономерностей проявления экономически значимых селекционных признаков и свойств в различных эколого-географических условиях.

Задачи исследования:

1. Изучить селекционную и хозяйственную ценность мировых генетических ресурсов видов люцерны и выявить источники признаков высокой зимостойкости, высокой кормовой и семенной продуктивности в условиях Среднего Урала.
2. Изучить и выделить селекционно и хозяйственно ценные генотипы люцерны, обладающие комплексом признаков и свойств, обеспечивающих высокий

автотриппинг, высокое самоопыление и выделить источники этих признаков для использования в селекции на семенную продуктивность.

3. Создать и изучить новый исходный материал люцерны, выявить взаимосвязи селекционных признаков и свойств, обеспечивающих сочетание высокой семенной и кормовой продуктивности в условиях Среднего Урала, создать на его основе новые конкурентоспособные сорта люцерны изменчивой.

4. Изучить созданный селекционный материал и сорта люцерны в различных экологических условиях различных регионов, выявить его устойчивость к «ведьминой метле» люцерны (ВМЛ), оценить связь экономически значимых селекционных признаков с погодными условиями в различные периоды роста и развития растений.

5. Изучить экономическую эффективность возделывания созданных сортов и селекционных образцов в сравнении с наиболее распространенными сортами. Дать экономическое обоснование семеноводства люцерны изменчивой на основе полученных сортов в условиях Среднего Урала и Центрально-Черноземного региона для решения важной задачи обеспечения хозяйств Российской Федерации высококачественными семенами.

6. Внедрить в агропромышленный комплекс созданные сорта люцерны изменчивой с высокой кормовой и семенной продуктивностью в условиях Среднего Урала и других регионов Российской Федерации.

Научная новизна.

Впервые на Среднем Урале на основе использования генетических ресурсов различного эколого-географического и генетического происхождения, установления закономерностей проявления экономически значимых признаков и свойств получен селекционный материал люцерны изменчивой, обладающий высокой кормовой продуктивностью, продуктивным долголетием, устойчивостью к неблагоприятным условиям и высокой семенной продуктивностью.

Дано научное обоснование приоритетных направлений селекции люцерны изменчивой на семенную продуктивность в агроэкологических условиях Среднего Урала. Разработаны приемы и методы создания нового исходного материала

люцерны изменчивой с высокой семенной и кормовой продуктивностью на основе самофертильных и автотриппингующихся форм. Выявлены основные источники повышенной семенной продуктивности люцерны, обладающие комплексом признаков зимостойкости и устойчивости к неблагоприятным агроэкологическим условиям Среднего Урала.

Научно обосновано создание уральского сортотипа люцерны изменчивой, представленного новыми сортами и созданным селекционным материалом. Решена проблема повышения семенной продуктивности люцерны с сохранением ее высокой кормовой продуктивности в условиях Среднего Урала, путем создания сложногогибридных популяций на основе самофертильных и автотриппингующихся форм люцерны изменчивой.

Теоретическая значимость.

Доказана возможность повышения семенной продуктивности люцерны изменчивой селекционными методами с использованием самофертильных и автотриппингующихся линий и создание на их основе сложногогибридных популяций в условиях короткого вегетационного периода Среднего Урала. Получены новые знания о процессах семяобразования в популяциях люцерны изменчивой. Выявлена связь селекционных признаков и свойств семенной и кормовой продуктивности люцерны изменчивой с высоким автотриппингом и самофертильностью в условиях Среднего Урала.

Создан селекционный материал и сорта люцерны изменчивой, обладающие рядом признаков и свойств, характеризующихся общностью, но не идентичностью проявления, которые можно охарактеризовать как отдельный региональный уральский сортотип, являющиеся источниками высокой семенной продуктивности в условиях Среднего Урала. Установлено, что сорта и селекционные образцы люцерны изменчивой уральской селекции с желто-пестрой окраской соцветий обладают повышенной устойчивостью в ВМЛ в регионах с ее распространением. Получены новые знания о формировании устойчивой семенной продуктивности посевов люцерны изменчивой в условиях Среднего Урала. Установлены основные сортовые особенности форми-

рования продуктивного долголетия люцерны изменчивой в условиях Среднего Урала.

Практическая значимость.

Разработан метод ускоренной оценки селекционного материала и ускоренного отбора самоопыленных линий люцерны с высоким автотриппингом и самофертильностью в условиях систем ускоренного вегетативного размножения растений (СУВРов), с последующим созданием на их основе сложно-гибридных популяций люцерны изменчивой с высокой кормовой и семенной продуктивностью.

Создан уральский сортотип люцерны изменчивой, сорта которого способны формировать стабильный урожай семян, обеспечивающий экономическую эффективность семеноводства в условиях Среднего Урала, а так же обладающие устойчивостью к ВМЛ в зонах ее распространения.

Созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений сорта люцерны изменчивой Уралочка и Виктория, обладающие высокой семенной и кормовой продуктивностью, как в условиях Среднего Урала, так и в других регионах Российской Федерации. Сорт Уралочка включен в Государственный реестр селекционных достижений по Центральному (3), Волго-Вятскому (4), Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10), Восточно-Сибирскому (11) регионам. Сорт Виктория включен в Государственный реестр селекционных достижений по Северо-Западному (2), Волго-Вятскому (4), Центрально-Черноземному (5), Средневолжскому (7), Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10), Восточно-Сибирскому (11) регионам. Передан в Государственное сортоиспытание новый сорт люцерны изменчивой с рабочим названием Памяти Нагибина (селекционный номер СГП-2).

Доказано, что на Среднем Урале возможно ведение экономически-эффективного семеноводства люцерны на основе полученных теоретических разработок, практических знаний и новых сортов.

Полученные данные используются в ряде теоретических и прикладных исследований, в лекционных курсах по селекции и семеноводству сельскохо-

зайственных растений, читаемых в высших учебных заведениях Урала, а также при подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Организовано семеноводство сортов на основе лицензионных договоров с промышленными партнерами.

Положения, выносимые на защиту:

1. Селекционная и хозяйственная ценность исходного материала видов люцерны различного географического происхождения и источники признаков зимостойкости, высокой кормовой и семенной продуктивности люцерны в условиях Среднего Урала

2. Селекционно и хозяйственно-ценные генотипы люцерны, источники признаков высокого автотриппинга и способности к самоопылению в условиях Среднего Урала.

3. Уральский сортотип люцерны изменчивой, представленный в агропромышленном комплексе России сортами Уралочка, Виктория, переданным в Государственное сортоиспытание сортом Памяти Нагибина и созданным новым перспективным материалом для дальнейшей селекции.

4. Урожайные свойства, характеризующие семенную и кормовую продуктивность созданного селекционного материала и сортов люцерны изменчивой, их устойчивость к ВМЛ в условиях Среднего Урала и Центрально-Черноземного региона.

5. Экономическая эффективность созданных сортов и нового перспективного селекционного материала люцерны изменчивой уральской селекции при возделывании на семена и кормовую массу в условиях Среднего Урала и Центрально-Черноземного региона, как потенциальных зон размещения товарного семеноводства новых сортов.

Степень достоверности результатов исследований подтверждена экспериментальными данными, полученными в многолетних полевых и лабораторных исследованиях, селекционных питомниках, питомниках конкурсного сортоиспытания и сравнительных испытаниях созданного селекционного материала в раз-

личных регионах страны. Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждена данными дисперсионного, корреляционного анализов и успешным внедрением в производство.

Соответствие темы диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационное исследование соответствует пп. 2, 4, 5, 15 паспорта специальности 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений.

Апробация результатов исследований.

Основные положения и результаты диссертации в 2005-2024 гг. ежегодно докладывались на региональных, всероссийских и международных конференциях, в том числе: Совещание Министерства сельского хозяйства и продовольствия Свердловской области по луговому кормопроизводству (Екатеринбург, 2005); Международная научно-практическая конференция «Селекция сельскохозяйственных культур на высокий генетический потенциал, урожай и качество» (Тюмень, 2012); Международный семинар «Современные подходы к научному обеспечению кормопроизводства Среднего Урала» (Екатеринбург, 2015); XVI Межрегиональная специализированная выставка и форум «Агрофорум-2015»; Международная научно-практическая конференция «Научные достижения и инновационные подходы к решению проблем селекции и семеноводства зерновых культур на Урале» (Красноуфимск, 2017); IV Вавиловская Международная конференция «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире», посвященной 130-летию со дня рождения Н.И. Вавилова (С.-Петербург, 2017); XIX специализированная выставка Агрофорум 2018 (Екатеринбург, 2018); Межрегиональная научно-производственная конференция «Сортовая политика и современные технологии производства зерновых и кормовых культур в Поволжье и на Урале: теория и практика» (Республика Башкортостан, с. Большеустыикинское, 2019); Международный конгресс по кормам (МО, Лобня, 2022, 2023, 2024) и другие. Результаты исследований используются на практике и приняты к внедрению в производство в различных регионах России.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. По результатам исследований опубликовано 57 научных работ,

в том числе в рецензируемых изданиях ВАК – 15; Scopus, WoS – 1; получены 2 авторских свидетельства и 2 патента на селекционные достижения; подготовлены в соавторстве 3 монографии, в прочих изданиях (РИНЦ) опубликованы 34 работы.

Личный вклад автора.

Автором самостоятельно разработана программа исследований и методические подходы по ее практической реализации. Результаты исследований получены при непосредственном участии автора. Автором самостоятельно выполнен обзор литературы, проведен анализ полученных данных, расчеты экономической эффективности, математическая обработка полученных результатов и литературное оформление текста работы.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 319 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 22 рисунка, 64 таблицы, заключения, принятых сокращений, списка литературы, включающей 484 наименования, в том числе 208 – на иностранном языке и 56 приложений.

Благодарности.

Автор диссертации выражает глубокую признательность и благодарность за поддержку, руководство и консультативную помощь при планировании методологии исследований по диссертационной работе научному консультанту – доктору сельскохозяйственных наук, профессору Владимиру Ивановичу Чернявских, личную благодарность директору ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, члену-корреспонденту РАН, доктору сельскохозяйственных наук Никите Николаевичу Зезину за возможность выполнения научных исследований и оформление диссертационной работы.

Автор выражает глубокую благодарность своему учителю и наставнику кандидату сельскохозяйственных наук Александру Егоровичу Нагибину.

Автор диссертации выражает глубокую признательность научному руководителю ФНИЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса», академику РАН, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Владимиру Михайловичу Косолапову за возможность

проведения совместных исследований по экологическому сортоиспытанию сортов и селекционных образцов люцерны.

Автор выражает благодарность главе ИП «Мавродин С.А.» Сергею Афанасьевичу Мавродину за организацию и возможность проведения экологического сортоиспытания сортов и селекционных образцов люцерны на базе его селекционно-семеноводческого хозяйства в Белгородском районе Белгородской области Центрально-Черноземного региона.

Автор искренне благодарит за помощь коллектив сотрудников Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО, принимавших участие в выполнении исследований, коллектив отдела селекции и семеноводства многолетних трав Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, а также руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций.

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ СЕЛЕКЦИИ ЛЮЦЕРНЫ

1.1 Культура люцерны в мире

Род *Medicago* L., который на сегодняшний день насчитывает более 100 однолетних и многолетних видов, занимает одно из важнейших мест среди представителей семейства *Fabaceae* L. (Бобовые или Мотыльковые) [Абдушаева, 2005]. На территории России встречаются 40 видов этого рода. В селекционной работе российские ученые широко используют тетраплоидные подвиды синей люцерны (*Medicago sativa* L.), изменчивой (или гибридной) люцерны (*M. varia* Mart.), желтой люцерны (*M. falcata* L.), также в культуре встречается диплоидная северная люцерна (*M. borealis* L.) [Иванов, 1980, 1983; Пикун, 2012; Лазарев, Пятинский, 2016; Лазарев и др., 2019]. Генетический материал отдельных дикорастущих видов рода *Medicago* в последнее время используют в качестве доноров разнообразных признаков устойчивости [Данилова и др., 2013; Conserving..., 2008; Dzyubenko, 2015; Inostrozaetal., 2021; Малышева, 2021; Humphriesetal., 2021; Eastwoodetal., 2022; Старцева, Майсак, 2023]. С использованием SSR-маркеров исследуют структуру популяций и генетическое разнообразие широкого спектра диких и культурных диплоидных видов *M. sativa* [Şakiroğluetal., 2010, 2012; Мавлютов и др., 2020; Клименко и др., 2020; Гайнуллина и др., 2023]; изучают генетическое разнообразие методами *invitro* [Дарханова, Строева 2004; Breseghello, 2013; Louwaars, Jochemsen, 2021].

Представителей рода *Medicago* отличает устойчивость к абиотическим стрессорам, способность расти в разнообразных почвенно-климатических условиях, обогащая почвенный субстрат биологическим азотом [Вавилов и др., 1986; Ткаченко и др., 2005; Киризий и др., 2007; Румянцева и др., 2015, 2018; Низаева и др., 2020].

Хорошо объясним интерес исследователей различного профиля к люцерне, поскольку она является не только важнейшей кормовой культурой и источником

белка, но также целого ряда других ценных биологически активных веществ, которые нашли применение в медицине и фармации; на основе сырья люцерны разработаны разнообразные специализированные пищевые продукты и т.д. [Шишела, 2007; Lambetal., 2006, 2007; Панков, 2008; Hassanetal., 2010; Vogel, etal., 2013; Ivanovaetal., 2015; Цакуева, Агабалаев, 2017; Bianetal., 2017; Chenetal., 2017; Kayceetal., 2017; El-Dabaeetal., 2018; Maetal., 2022.

Люцерну ценят в земледелии и растениеводстве как ценную фитомелиоративную культуру, очищающую почву от возбудителей ряда болезней; которая также обеспечивает накопление пожнивных остатков на уровне 10-12 т/га; биологического азота на уровне от 120 до 230 кг/ га [Лазарев, Пятинский, 2016; Спиридонов, 2018; Косолапов и др., 2022; Tussipkan, Manabayeva, 2022; Косолапов, Чернявских, 2022, 2023].

Люцерна возделывается человеком на протяжении нескольких тысяч лет. Ее выращивают более чем в 80-ти странах, на площади 30–35 млн. га [Radovic etal., 2009; Yuegao, Cash, 2009]. Ученые лаборатории Паоло Анникьярико [Annicchiarioetal., 2015]представили карту, на которой приведены площади, занятые люцерной во всем мире. Данную карту они составили с учетом информации, полученной как из источников ФАО, так и дополнительных сведений, полученных от национальных экспертов по кормовым культурам (рис. 1.1).

По оценкам исследователей, в России посевные площади люцерны составляют около 2,3-2,5 млн. га [Нагибин, и др., 2015; Кидин, Торшин, 2015].

Развитие молекулярно-генетических исследований и достижений филогении усилило интерес к вопросам систематики рода *Medicago* [Steele etal., 2010; Wang etal., 2013, 2020; Medina etal., 2021; Andrade etal., 2022]. Разрабатываются кладистические подходы к систематике рода, в соответствии с которыми люцерну (*Medicago*) относят к трибе *Trifolieae* кладе *Hologalegina* [Wojciechowski, 2004; Torke, Mansano, 2009; Cardoso etal., 2012, 2013; Дегтярева, 2007; Kramina, 2013; Повыдыш и др., 2014].

Однако большинство отечественных селекционеров придерживаются классической классификации П.А. Лубенца (1956) [Иванов, 1980].

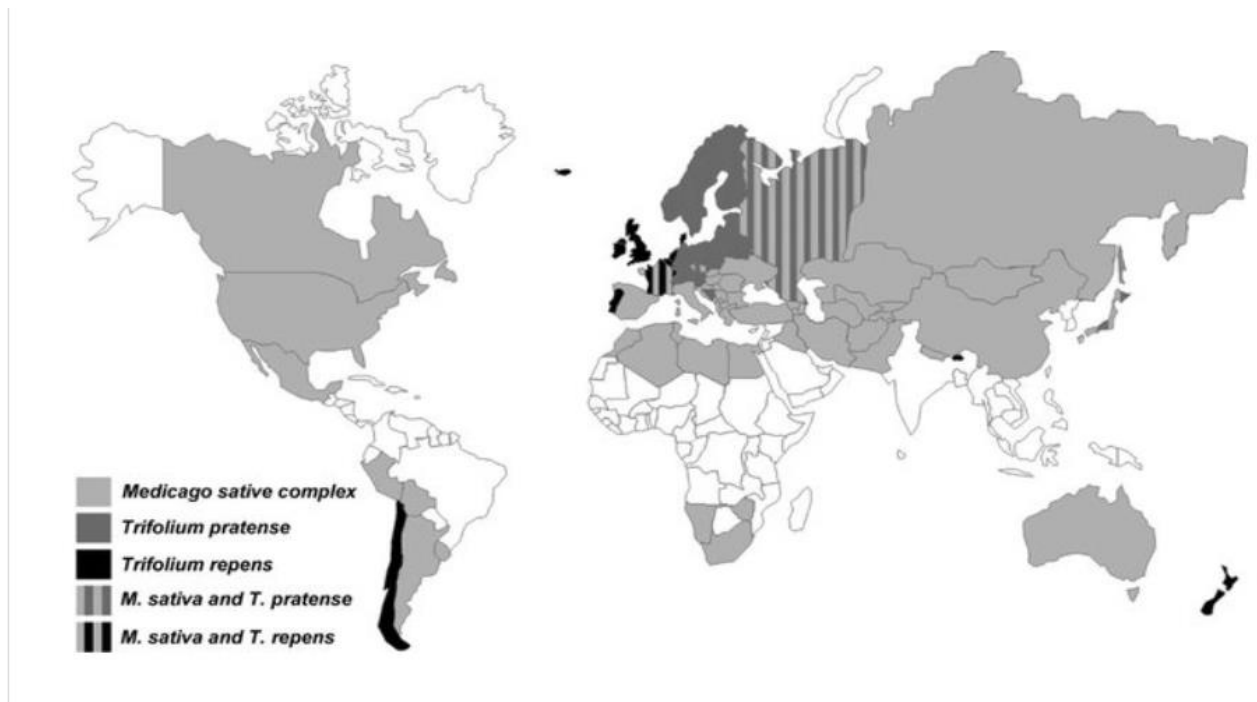


Рисунок 1.1 – Посевные площади люцерны в странах умеренного климата (без различий между чистыми и смешанными посевами) [Annicchiarico et al., 2015]

Виды люцерны являются основой кормопроизводства и создания условий для промышленного животноводства во всем мире. В ряде обзоров, посвященных вопросам селекции люцерны в США обращено особое внимание на важность селекционной работы на современном этапе с видами люцерны, которые предназначены для возделывания в определенных местообитаниях (на пастбищах, фермерских полях и т.д.) [Annicchiarico et al., 2022; Чернявских и др., 2023].

Большинство селекционных программ, проводимых с люцерной в мире можно объединить в несколько направлений: высокая урожайность, устойчивость к болезням, морозостойкость, устойчивость к засолению, устойчивость к выпасу животных, снижение содержания клетчатки, устойчивость к насекомым [Armouret al., 2008; Ray et al., 2015; Shi, Nan, 2017; Inostroza et al., 2021].

1.2 Основные методы селекции люцерны

Наиболее важной задачей селекции бобовых трав, особенно люцерны, в регионах с коротким вегетационным периодом является создание сортов с устойчи-

вой семенной продуктивностью, повышенной зимостойкостью, устойчивостью к засухе, на фоне высокой кормовой продуктивности и качества кормовой массы [Денисов, Осипова, 2013; Yu, 2017; Norberg, Yu, 2020; Linetal., 2021; Andradeetal., 2022].

Поиск путей создания таких сортов в мире продолжается уже более полувека. В различных странах ученые шли по сходному пути, проводя отборы образцов бобовых трав на морозоустойчивость, зимостойкость и долговечность травостоя, как в чистых посевах, так и при возделывании в смешанных посевах [Тимошкин 2021, 2022; Inostroza etal., 2021; Казарина и др., 2021; Kuznetsov, etal. 2022; Островский и др., 2023 б].

Большое внимание уделялось так называемой «естественной селекции» – естественному изменению морфо-биологических свойств сортопопуляций при их переносе в другие почвенно-климатические условия [Albertonet al., 2016; Singer et al., 2021]. Эта закономерность была характерна и для так называемой «народной селекции» в России: локально выведенные сорта были хорошо адаптированы к местным природно-климатическим условиям, но теряли все лучшие качества при переносе в другие местообитания [Дзюбенко, 2015, 2016, 2017; Сысуев, Фигурин, 2016; Сеницына и др., 2017; Савченко, 2017].

Однако методы селекционного отбора постоянно развивались и совершенствовались. Многочисленные работы были направлены на поиск надежных критериев и маркерных признаков для его проведения [Julieretal., 2003; Munetal., 2006; Румянцева и др., 2015; Редактирование генов ..., 2016].

Развитие молекулярно-генетических, биохимических и физиологических методов привело к активному внедрению в практику селекции бобовых трав, в том числе люцерны, методов клеточной и геномной селекции [Blondonetal., 1994;Yu etal, 2016; Nakano, Kobayashi, 2020; Lietal., 2021; Li, Brummer, 2012;Сухарева, Кулуев, 2018; Bingham, Irwin, 2023], клонального микроразмножения, использования в качестве маркерного признака мутации многолисточко-

ности (mf-мутации); различных физиологических индексов (ризосферных, индекса железа) и других [Kumar, 2011; Думачева, Чернявских, 2012 а, б, 2014 а, б; Dumacheva, Cheriavskih, 2013; Dumachevaetal., 2015; Чернявских и др. 2019].

Исследователи отмечают, что геномная селекция способствует быстрому выделению лучших генотипов и сокращает количество циклов отбора [Sakiroglu, Brummer, 2017; Lenaerts et al., 2019]. Однако и при ее внедрении возникают сложности, связанные с геномным прогнозированием, выбором статистических методов для анализа результатов, а также неоднозначным взаимодействием в системе «генотип×среда» [Nakaya, Sachiko, 2012; Crossaetal., 2017; San-Cristobaletal., 2020].

Однако дискуссии вокруг методов и направлений селекции не утихают. С одной стороны, высказываются опасения, что непрерывное применение традиционных методов селекции может привести к сужению генофонда видов, разнообразие которого лежит в основе выведения сортов, делая их уязвимыми к биотическим и абиотическим стрессам [Bressegheo, 2013; Moreira et al., 2018; Sakiroglu, Llhan, 2020]. С другой, широко обсуждаются социальные, этические, юридические и экономические вопросы использования в селекции растений методов трансгеноза и биотехнологии, а также развития цисгенеза, как потенциальной альтернативы трансгенозу, и новых методов редактирования генов [Ткаченко, Думачева. 2005; van de Wouw et al., 2010; Louwaars, 2018; Louwaars, Jochemsen, 2021; Raza et al., 2022].

Несмотря на их неоднозначность, новые подходы значительно расширили возможности использования огромного потенциала рода *Medicago L.*, который раньше был слабо востребован из-за трудностей скрещивания, низкой жизнеспособности межвидовых гибридов и почти полной нескрещиваемости многих диплоидных и тетраплоидных видов между собой [Синская, 1950; Bingham, 1968 а,б; Ткаченко и др., 2008 а,б; Irwin, Bingham, 2023].

Одновременно с развитием современных молекулярно генетических методов, по-прежнему востребованными в селекционной работе с люцерной остаются классические методы, способствующие созданию генетически разнообразных популяций и основанные на отдаленных или близкородственных скрещиваниях;

различных формах отбора – массового, индивидуально-семейного, индивидуально-группового или естественного с последующим разделением популяций на отдельные семьи; регулировании изоляции укосами; подборе эколого-географически отдаленных пар; создание биосмесей, и использование метода половинки и другие [Döring et al., 2011; Annicchiarico et al., 2022; Чернявских и др., 2023].

Селекционеры широко применяют на практике индуцированную полиплоидию, мутагенез, гетерозисную селекцию и др. [Григорян, 1976; Константинова, 1973; Макарова, 1984; Головин, Ткаченко, 1988; Ткаченко, Думачева 2005; Ткаченко и др., 2005; 2008].

Отмечают высокую эффективность метода поликросса, особенно в селекции на повышение семенной продуктивности [Ткаченко, Кальченко, 1983; Hill, Baylor, 1983; Hill, Elgin, 1985; Боме, Петунина, 1987;].

Метод поликросса основан на массовой оценке общей комбинационной способности компонентов переопыления по их потомству [Терещенко, 1974; Busbice et al., 1974; Мейрманов и др., 1984; Ткаченко, Воронкина, 2002; Чернявских, 2016]. Ведется работа по уточнению числа необходимых компонентов синтетиков и их генетической природы, методов оценки ОКС компонентов и т.д. [Володина, Марунова, 2021].

Учитывая биологические особенности люцерны, для получения гетерозисных гибридов в первую очередь рекомендуют использовать явление самонесовместимости, что позволяет заменить чрезвычайно трудоемкое искусственное скрещивание люцерны свободным переопылением подобранных компонентов в питомниках поликросса [Ткаченко, Кальченко, 1983; Чернявских, 2016].

Известный селекционер люцерны И.К. Ткаченко рассматривал поликросс как дополнительный прием для повышения эффективности различных отборов при селекции на повышение семенной продуктивности, а также как самостоятельный метод создания синтетиков с повышенной продуктивностью на базе переопыления эколого-географически и генетически отдаленных форм [Ткаченко и др., 2005, 2008 а,б]. Он предлагал начинать использование метода поликросса с

многочисленной коллекции уже изученных образцов, представленной разнообразным в генетическом и эколого-географическом отношении исходным материалом. И на основе оценок номеров этой коллекции производить не отбор отдельных биотипов, а подбор лучших номеров для включения их в питомник поликросса для дополнительной оценки на комбинационную способность по селективируемым признакам.

Одним из наиболее эффективных методов в селекции, в том числе и бобовых трав по праву считается рекуррентная селекция. Последовательная реализация рекуррентной схемы приводит к повышению концентрации желательных генотипов в генофонде синтетиков, которые в свою очередь становятся исходным материалом для создания на их основе более ценных форм [Bolton, 1962; Busbice, Ramzy, 1976; Ткаченко и др., 2005; Чернявских, 2016; Зотиков и др., 2020].

Рекуррентная селекция отличается от поликросса периодичностью и длительностью процесса, при котором после окончания первого цикла (получения синтетика и его проверки), начинается второй, затем – третий и т.д. Плюсом такого периодического отбора является его высокая эффективность в первичном семеноводстве кормовых трав. С его помощью можно создавать сорта, устойчивые к биотическим и абиотическим факторам среды, имеющие высокие показатели качества. Метод успешно применяли при создании сортов зимостойких и засухоустойчивых, устойчивых к болезням и вредителям, имеющих высокую кормовую и семенную продуктивность [Ткаченко и др., 2005; 2008; Шамсутдинов, 2014].

Отдельное направление исследований посвящено созданию комплексного эколого-генетического и селекционно-фитоценотического подхода к селекции [Писковацкий и др., 2007; Kamovaetal., 2023; Степанова, 2023; Тормозин и др., 2023].

В рамках этого направления рассматривают:

- создание фитоценотических специализированных сортов для организации многовидовых и одновидовых агрофитоценозов на основе использования принципа эколого-фитоценотического взаимодополнения видов и сортов [Писковацкий и др., 2001, 2009, 2012; Козлов и др., 2004; Писковацкий и др., 2015, 2016];

- создание системы хозяйственно специализированных сортов: пастбищеустойчивых, долголетних с высокой семенной продуктивностью и высокими кормовыми достоинствами [Привалова и др., 2007; Привалова, Резников, 2014; Косолапов и др., 2021 а,б];
- селекцию на повышенную средообразующую функцию и обеспечение биологической мелиорации деградированных земель [Шамсутдинов и др., 1999; Косолапов, Пилипко, 2018].

Важным направлением практической селекции люцерны является методический подход, основанный на теории о жизненных стратегиях. Предлагается разделение популяции бобовых трав путем введения на градиенте среды сильного конкурента за основные ресурсы. Фактически, разработан метод искусственного деления полигенной популяции на несколько имеющих различную конкурентную способность локальных генетических популяций [Думачева, Чернявских, 2014; Чернявских и др., 2023].

Важным вопросом селекционной работы с многолетними бобовыми травами является также оценка и хранение большого массива данных, которые накапливаются у селекционеров в течение многолетних исследований. Объединение разнородных сведений, полученных в ходе селекционных испытаний, в единое целое для анализа оказывается сложной задачей, особенно если наблюдения проводились на частично перекрывающихся наборах образцов или если оценки проводились с использованием разных оценочных шкал. В результате в практическую селекцию внедряются новые методы мета-анализа и агрегированного ранжирования, основанные, в частности на моделях Брэдли-Терри или Раша [Simko, Pechenick, 2010]; расширяется использование дисперсионного анализа [VorgesdaSilvaetal., 2021]. При оценке эффективности методов селекции, генетического картирования, моделирования взаимодействия генотипа с окружающей средой все чаще используется компьютерное моделирование [Li et al., 2012a, b], методы биоинформатики [Wen et al., 2018], дистанционного зондирования Земли из космоса [Толпин, 2007], методы высокопроизводительного фенотипирования растений и масштабных геномных ассоциативных исследований [Xiao et al., 2022].

Таким образом, если проанализировать данные литературы, огромное разнообразие методов селекции люцерны можно объединить в три категории:

- селекция на основе наблюдаемой изменчивости путем отбора растений на основе естественных вариантов, встречающихся в природе или в традиционных сортах;
- селекция, основанная на контролируемом скрещивании путем отбора растений, представляющих рекомбинацию желательных генов от разных родителей;
- селекция на основе контролируемой рекомбинации путем отбора специфических генов или профилей маркеров с использованием разнообразных молекулярных инструментов для отслеживания внутригеномной изменчивости.

1.3 Селекция на кормовую продуктивность, качество корма, устойчивость к болезням и вредителям

Основной целью, которая преследуется в первую очередь при селекции люцерны, как кормовой культуры – это получение селекционных форм и сортов с высокой урожайностью кормовой массы, качеством получаемой биомассы, ее переваримостью [Григорьев, 1992; Popovicetal., 2001; Ткаченко и др., 2005; Писковацкий, 2012; Чернявских, 2016; Лазарев, Пятинский, 2016; Sakiroglu, Brummer, 2017; Лазарев и др., 2018, 2019]

Исторически основные цели селекционных программ люцерны были неизменны с начала активной работы с этой культурой в конце девятнадцатого века и вплоть до настоящего времени: увеличение урожайности кормовой массы, повышение качества получаемой продукции, сохранности растений в посевах [Veronesi et al., 2006, 2010; Milic' etal., 2011; Liu, Yu, 2017].

В работах показано, что селекция люцерны на урожайность сама по себе не дала высоких результатов по сравнению с результатами, достигнутыми в селекционных программах по другим культурам в первую очередь зерновым. Отмечают некоторый кризис роста урожайности люцерны [Brummer, 1999; Lamb et al., 2006].

Это связывают с аллогамией люцерны, полисомным наследованием многих признаков, автотетраплоидным геномом. В связи с этим основное внимание в селекционных программах уделялось улучшению качества кормов, повышению устойчивости культур к болезням и вредителям, что получало не прямое (генетическое) увеличение урожайности, а повышение за счет более рационального использования биологических ресурсов [Veronesi et al., 2006, 2010; Scotti, Brummer, 2010; Liu et al., 2019].

В опытах E.T. Bingham; J.V. Holland (1994) было показано, что сорта, созданные в восьмидесятих годах прошлого века, имели значительно большую урожайность кормовой массы по сравнению с сортами, созданными в сороковых годах этого же века [Bingham, Holland, 1994]. В то же время, более современные сорта в большей степени обладают выраженной инцухт-депрессией при инбридинге по сравнению со старыми сортами. Авторы объяснили повышение урожайности неаддитивным эффектом благоприятных аллелей, накопленных из различных зародышевых плазм. И работы в направлении уточнения последовательности генома автотетраплоидной люцерны на уровне хромосом с использованием повторного секвенирования основных зародышей продолжают [Shen et al., 2020].

В то же время, интересные исследования были проведены в университете Миннесоты (США). Авторы проанализировали результаты, полученные в различных штатах США: Миннесоте, Айове, Висконсине и Огайо при сравнительном анализе сортов люцерны, созданных в США за последние пятьдесят лет, и оценили изменения, произошедшие за это время в урожайности кормовой массы и ее качестве. Исследования выявили противоречивые результаты, свидетельствующие о значительном влиянии экологических условий регионов возделывания. Если на основании данных, полученных в Миннесоте, можно сделать вывод о том, что за последние 50 лет урожайность кормовой массы люцерны не изменилась, то результаты, полученные в Висконсине и Огайо, выявили значительное повышение урожайности кормовой массы у новых сортов. Это преимущество росло по мере увеличения срока жизни травостоев [Lamb et al., 2006].

Неоднозначность и противоречивость данных по повышению урожайности и качества кормовой массы селекционно-генетическими методами подтверждает и ряд других ученых [Wiersma, Undersander, 1997; Sakiroglu, Brummer, 2017 Wang et al., 2020].

Анализ базы данных качества и урожайности люцерны, содержащей более 200 000 оценок урожайности кормовой массы, качества корма, зимостойкости 715 сортов люцерны, проведенный рядом университетов в США с 1986 по 1998 гг. показал, что попытки повысить урожайность комовой массы люцерны генетическими методами не достигли значимого результата. Значительно больший селекционный эффект обеспечили отборы по признакам устойчивости к болезням и вредителям [Volenecetal, 2002].

Урожайность сухого вещества сортов люцерны в значительной степени зависит от генотип-средовых взаимоотношений и условий окружающей среды. В неблагоприятных условиях развития травостоев, особенно при сильной распространенности вредителей и болезней новые селекционные сорта имели значительное преимущество перед старыми по урожайности кормовой массы, но в условиях благоприятного развития травостоев эти различия невеликовались и старые сорта формировали урожай на уровне новых сортов [Lamb et al., 2006].

На основании анализа полученных данных были предложено объяснение различных причин и механизмов недостаточно быстрого увеличения урожайности биомассы люцерны в мире. Авторы показали, что причина, в большинстве случаев, кроется в научно-организационных проблемах, связанных с процессом селекции этой культуры, а не в собственно генетико-селекционных особенностях. Для селекции люцерны характерна длительность селекционных циклов, обусловленная многолетностью, методическими особенностями уборки урожая зеленой массы (необходимо проводить уборку всей надземной массы, чтобы избежать искажения индекса урожайности) и учета урожая на отдельных растениях и одно-двух рядковых делянках, и, особенно, нехваткой высококвалифицированных селекционеров [Li, Brummer, 2012].

Совершенствование приемов учета и наблюдения позволяет доказать рост урожайности сухого вещества в процессе селекционной работы. На примере с *Lolium perenne* L., было показано, что, например, продление срока использования травостоя в течение сезона, а так же увеличение интервала между укосами, позволяет показывать рост урожайности культуры, если при этом не страдает качество убираемой массы [Noël, Ghesquière, 2011]. У *M. sativa* было проведено генетическое картирование с целью оценки урожайности кормов, высоты растений и скорости отрастания при многократных укосах [Robinsetal., 2007].

Одной из основных организационных причин недостаточного роста кормовой урожайности люцерны с начала 2000 годов, как иностранные исследователи [Lambetal., 2006, 2007], так и отечественные ученые [Ткаченко и др., 2005], называли то, что вопросам селекции на повышение кормовой урожайности люцерны научное сообщество уделяет значительно меньше внимания, чем основным зерновым культурам, а не собственно низкий генетический потенциал культуры люцерны как таковой.

Среди селекционно-биологических причин низких урожаев кормовой массы люцерны и снижения его качества, в первую очередь, содержания протеина, выделяют длительные циклы отборов, трудности в создании гибридов, сложности создания чистых линий, связанные с инцухт-депрессией, тетрасомное наследование основных количественных признаков, их высокая неаддитивная генетическая вариация, высокая зависимость от генотип-средовых взаимодействий с окружающей средой [Bingham et al., 1994; Brummer, 1999; Annicchiaricoetal., 2010, 2015, 2022; Игнатъев и др., 2021 а].

В настоящее время во многих странах продолжают активные работы по селекции на кормовую продуктивность и повышения содержания протеина в сухом веществе. Было показано, что влияние доминантного гена, по-видимому, имеет решающее значение в урожайности биомассы [Kidwelletal., 1994; Binghametal., 1994; Bingham, Woodfield, 1995; Li, Brummer, 2012].

Ранее было показано, что увеличением гетерозиготности тетраплоидных (наиболее ценных в хозяйственном плане) популяций люцерны, достигается уве-

личение множественных аллельных взаимодействий и комплементарности аллелей в локусах [Dunbier, Bingham, 1975], что ведет к росту урожайности кормовой массы и улучшению ее качества, что и было доказано в дальнейших исследованиях [Ткаченко и др., 2005].

Вместе с тем, повышение урожайности кормовой массы люцерны и уровня протеина в сухом веществе селекционными методами не простая задача в силу того, что аллели, определяющие урожайность, в значительной степени разбросаны среди различных популяций [Teube, et al., 1977], что создает определенные проблемы для объединения необходимых аллелей в одном сорте.

Исследования возможного аддитивного и неаддитивного взаимодействия генов, ответственных за накопление сухого вещества, при селекции различных видов люцерны, а так же исследования, связанные с изучением полисомного наследования, позволяют считать возможным проведение прямой селекции на кормовую продуктивность и генетическое улучшение урожайности биомассы [Holland, Bingham 1994]. Рассматривают перспективность получения прибавки урожая сухого вещества и повышения уровня протеина за счет гетерозиса [Riday, Brummer, 2002], использования общей и специфической комбинационной способности диаллельных гибридов [Bhandari et al., 2007], возможного гетерозисного ответа увеличением урожайности кормовой массы при скрещивании между собой сортов люцерны различного географического происхождения [Milić, Katić, 2002].

Ведутся работы по изучению вопросов гетерозиса по признаку высокой кормовой продуктивности люцерны. Сравнительные испытания эффективности методов селекции люцерны на высокую урожайность биомассы с использованием различных схем размножения, включая оценку реплицированных клонов, сибсов и полусибсов, потомств самоопыленных линий и т.д., были проведены в Италии. Было показано, что отбор, основанный на тестировании потомства сибсов и полусибсов, имеет преимущества по показателям общей урожайности биомассы и ее сохранности перед использованием самоопыленных форм [Annicchiarico, Pecetti, 2021].

В ряде работ установлено, что прогностическая способность моделей селекционного процесса, нацеленных на высокий урожай биомассы люцерны и его высокое качество, в первую очередь, содержание протеина, определяется фенотипическим отбором по этим признакам, который, в свою очередь, определяется как наследственностью в узком смысле, так и продолжительностью каждого цикла отбора [Acharya et al., 2020; Riday, Brummer, 2005, Annicchiarico et al., 2022].

Селекция с использованием генетических маркеров может активизировать усилия по улучшению качества люцерны и повышению содержания протеина, особенно если доступно много общегеномных маркеров. Секвенирование транскриптома позволяет эффективно и с высокой пропускной способностью обнаруживать маркеры однонуклеотидного полиморфизма (SNP) для сложных полиплоидных видов люцерны, таких как подвид *falcata*, диплоидный подвид *caerulea* и тетраплоидный подвид *sativa* (культивируемая тетраплоидная люцерна) [Lietal., 2012a, b].

Многие основные локусы количественных признаков (QTL), связанные с качественными агрономическими показателями люцерны, уже идентифицированы [Li, Brummer, 2012; Chen et al., 2019; Hawkins, Yu, 2018]. Исследования в области геномной селекции по повышению кормовой продуктивности и улучшению качественных показателей корма продолжаются [Adhikari et al., 2018; Biazzi et al., 2017, 2019; Hrbáčková et al., 2020; Annicchiarico, 2021; Yan et al., 2022].

Активно ведется работа по повышению устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам. Решаются вопросы селекции на холодостойкость люцерны [Shi, He, 2020]. Методом ионной хроматографии изучают уровни транскриптов м-РНК четырех генов, кодирующих ферменты (β -амилаза, синтаза фосфата сахарозы, синтаза галактинола и синтаза стахиозы), участвующих в метаболизме сахара, и двух генов, регулируемых холодом (Cas15A и K3-дегидрин) у различных сортов люцерны. Выявлены сорта и селекционные образцы, физиологически более устойчивые к холоду, особенно во время весенних и осенних заморозков [Xu et al., 2020].

Одним из наиболее важных абиотических стрессоров, наиболее широко изучаемым в мире является солеустойчивость [Дзюбенко, 2015, 2017]. В связи с широким распространением засоленных почв большой интерес представляют исследования по повышению устойчивости люцерны к засолению [El-Sharkawy et al., 2017; Azzam et al., 2019; Badri et al., 2021], несмотря на то, что люцерна считается культурной достаточно устойчивой к засолению и может выдерживать засоление, эквивалентное 20 мМ хлорида натрия [Bertrand et al., 2015].

Селекционная работа по повышению урожайности люцерны на засоленных почвах селекционными методами затруднена низкой наследуемостью признаков солеустойчивости, а так же отсутствием зависимости солеустойчивости в отдельных фазах онтогенеза культуры, что обуславливает необходимость проведения селекционных оценок в течение всего периода вегетации [Al-Niemiet al., 1992; Munjal, et al., 2018; Bhattarai, Biswas, 2020].

Оценка эффективности использования различной зародышевой плазмы люцерны при солевом стрессе, а также геномный анализ на уровне проростков, позволили получить положительные результаты и выделить источники солеустойчивости для создания солеустойчивых сортов для регионов с различными типами засоления почв [Steppuhn et al., 2012; Jiang, Yan et al., 2015; Benabderrahim et al., 2020; Medina et al., 2020]. Среди биотических стрессов повышение устойчивости люцерны к болезням и вредителям по-прежнему остается основной целью селекционной работы для повышения кормовой продуктивности этой культуры в различных природных зонах и агрофитоценозах. Болезни, вызываемые различными патогенами и вредителями, сильно снижают урожайность кормовой массы люцерны и ее производство. В этом направлении исследований достигнуты значительные успехи, способствующие росту продуктивности люцерны.

В результате многолетней работы с люцерной по формированию устойчивости к болезням и вредителям, в мире создан перспективным селекционный материал в виде новых сортов, которые можно использовать как источники ценных признаков устойчивости в различных почвенно-климатических условиях [Nagle et al., 2011; Solozhentseva et al., 2021; Irwin et al., 2023].

Теоретической основой создания устойчивых высокопродуктивных сортов является учение об иммунитете растений [Вавилов, 1986]. Совершенствование основных постулатов теории об иммунитете позволило достигнуть значительных результатов в выявлении и идентификации генов устойчивости люцерны к различным болезням и вредителям [Jones, Dangl, 2006].

Определены гены и механизмы устойчивости люцерны к бактериальным болезням [Stefanovaetal., 2013; Pfeilmeier, etal, 2019], гены и механизмы устойчивости к грибным заболеваниям, поражающим надземную часть и корневую систему: например, вертициллезному увяданию [Yu, Zhengetal., 2017], ризоктонии [Liuetal., 2017], фузариозу [Banasiaket al., 2013; Congetal., 2017].

При изучении устойчивости видов люцерны к комплексу насекомых-вредителей были обнаружены не только гены устойчивости к видам тли, но и локусы количественных признаков, которые регулируют устойчивость люцерны к тле [Klingleretal., 2007, 2009; Gaoetal., 2008; Guoetal., 2012].

Однако формирование полной устойчивости к вредителям у люцерны все же связывают с использованием трансгенных растений, путем экспрессии белковых инсектицидов [Thomasetal., 1994; Strizhov, Kelleetal., 1996], модификации генома с использованием технологий редактирования генов [Schieetal., 2014].

В частности, по аналогии с арабидопсисом, у которого между растениями, их ризосферным микробиомом и иммунитетом выявлена тесная связь, планируется более подробное изучение комплексного взаимодействия патогенов, полезных микроорганизмов ризосферы, эндофитной микрофлоры и люцерны. Это открывает новые возможности повышения иммунитета и позволяет добиться значительных успехов в селекции на продуктивность и устойчивость к патогенам [Mendeseetal., 2011; Lietal., 2021; Maetal., 2021].

Значительно ранее исследования эндофитной микрофлоры и ее взаимодействия с более чем 100 видами растений были проведены в РГАУ-МСХА им К.А. Тимирязева и показана возможность наследования взаимодействия растений и эндофитных грибов, а так же приемы стимулирования этого процесса [Гельцер, 1990].

В тесном взаимодействии с теоретическими работами по взаимодействию ризосферной микрофлоры и растений люцерны идут селекционно-генетические исследования по симбиотической селекции [Дюкова и др., 2022; Степанова, 2023]. Симбиотическая селекция – перспективное направление селекции на повышение урожайности кормовой массы люцерны, основанное на сопряженном отборе одновременно симбионтов и растений для усиления растительно-ризобийных взаимодействий [Тихонович, Проворов, 2009; Косолапов, Пилипко, 2018; Тихонович, 2018; Kamova et al., 2023].

Имеются значительные положительные результаты. Отобраны уникальные штаммы ризобий СХМ 4126 и СХМ 4046. Инокуляция семян различных сортов люцерны изменчивой созданных с использованием методов параллельного отбора образцов люцерны и сопряженных с ними штаммов ризобий этими штаммами позволяла увеличивать их урожайность на 26-35 % по сравнению с выращиванием без инокуляции семян [Степанова, 2023].

Перспективным направлением селекционной работы с люцерной остается оценка материала на основе фундаментальных физиологических процессов: транспирация, фотосинтез, флуоресценция, особенно в связи с появлением мобильных высокоточных анализаторов фотосинтетических процессов [Zhanget al., 2022, 2023a, b].

Особую актуально эти работы приобретают на фоне прогнозируемого продолжения повышения уровня углекислого газа в атмосфере [Груза, Ранькова, 2003; IPCC.ClimateChange..., 2022].

Ожидается, что повышение концентрации CO_2 в атмосфере изменит эффективность фотосинтеза в сторону его увеличения, что в свою очередь приведет к усилению роста растений, особенно с C_3 -типом фотосинтеза [Ainsworth, Long, 2005; Singer, Chatterton, et al., 2020].

Анализ параметров газообмена люцерны показал, что чистая скорость фотосинтеза, устьичная проводимость, скорость транспирации и эффективность водообмена могут быть использованы при выделении селекционных образцов с повышенным содержанием белка, сырого жира и др. [Li, Wang, 2021]. Помощь в се-

лекции на повышение фотосинтеза могут оказать знания о физиологии онтогенеза люцерны, в частности, обнаруженные с помощью селекционного картирования локусы, лежащие в основе осеннего покоя у люцерны [Munjaletal., 2018]. Помимо увеличения эффективности фотосинтеза, ожидается усиление азотфиксирующей активности [Cabrerizoetal., 2001; Udvardi, Poole, 2013; Royetal, 2001].

Считают, что с селекционной точки зрения перспективно также более подробное изучение процессов фотосинтеза и энергетического обмена в связи с формированием биомассы и отдельных элементов ее качества в различных географических и климатических зонах возделывания люцерны, а так же может дать новый толчок симбиотической селекции. [Ибрагимова и др., 2006; Фигурин, 2014, 2016; Румянцева и др., 2018; Степанова, 2023].

Особое место в селекционной работе занимают исследования по снижению в корме антипитательных веществ, улучшению корма за счет снижения в массе лигнина, оптимизации содержания клетчатки, оптимизации аминокислотного состава и др. [Косолапова и др., 2015, 2023; Harmanlioglu, Kaplan, 2020].

Ведутся работы по оценке селекционного материала по выходу с кормом сухого вещества, сырого протеина, нейтрально-детергентной клетчатки (НДК), кислотнo-детергентной клетчатки (КДК), кислотнo-детергентного лигнина (КДЛ) и относительной ценности корма [Jiaetal., 2017]. В исследованиях, проведенных в 2014-2017 гг., выделены селекционные сорта, отличающиеся высоким урожаем и качеством продукции: Cay-1, Cay-2, Keciborlu-1 и Keciborlu-3 [Sebahattinetal., 2018].

Проведено выделение, идентификация и количественная оценка содержания некоторых циклитолов и сахаров, из различных морфологических частей растения различных сортов люцерны. Полученные результаты показали значительные различия в их количестве в исследуемых морфологических частях, в диапазоне от 0,02 до 13,86 мг/г на 1 растение в случае циклитолов, и в диапазоне от 0,09 до 40,09 мг/г на 1 растение для сахаров. Наибольшее количество циклитолов и сахаров содержится в корнях [Al-Suodetal., 2018].

Для профилактики пенистой тимпании [Безбородов, 2011], ведутся селекционные программы по снижению в зеленой массе люцерны сапонинов, путем отбора форм с их низким содержанием в зеленой массе [Dumacheva, Cheriavskih, 2013; Dumacheva et al., 2018; Coon, Tucker, 2024].

Продолжаются работы по геномной селекции люцерны. Осуществляется разработка ее инструментов и процедур для повышения урожайности кормовой массы и общей надземной продуктивности. Геномная селекция – это наиболее развиваемое направление исследований в современном мире [Li, Brummer, 2012].

Разрабатываются генетические маркеры количественных признаков, проводится построение генетических карт [Brummer et al., 2011; Huyghe et al., 2003; Jian et al., 2005; Чесноков и др., 2019], сравнительное картирование [Sakiroglu et al., 2010] генетический анализ популяций, определение локусов количественных признаков, связанных с урожайностью и морфологическими признаками [Robins 2007 a,b; Narasimhamoorthy et al., 2007] устойчивостью [Brummer et al., 2008].

Однако авторами отмечается, что успех селекционных программ с люцерной зависит от точности фенотипирования количественных признаков и точное соотношение их с генами или локусами количественных признаков для более эффективного отбора на основе использования маркеров [Tiwari, Mamrutha, 2013].

Именно невозможность провести эффективную оценку фенотипа в полевых условиях, наиболее важным из компонентов селекционной работы, ограничивающих возможность увеличения генетически обусловленного прироста кормовой массы в селекционных программах мира [Arauset al., 2018].

Использование нового принципа в морфологической оценке признаков, фенотипирования, может закрыть узкое место, как традиционной селекции, так и селекции с помощью маркеров или геномной селекции – качественную оценку морфологических признаков и их динамику в процессе вегетации [Abera, Ortiz, 2014].

Таким образом, нет однозначных данных по росту урожайности кормовой массы люцерны. Повышение урожайности сухого вещества и его качества обеспечивалось за счет повышения устойчивости, адаптации к стрессовым условиям (засуха, засоление, повышение устойчивости к болезням и вредителям), которые являлись основными целями селекции. Ожидается, что генетический прирост урожайности и других сложных признаков может быть ускорен благодаря прогрессу в использовании генетических ресурсов, геномной инженерии, геномики, маркер ориентированной селекции [Annicchiaricoetal., 2015; Zhangetal., 2015; Mnafguietal., 2023].

На фоне широкого развития геномной селекции и генетических методов в мире происходит значительная потеря фенотипической информации и данных по продуктивности культур, получаемой в полевых условиях. В настоящее время общей тенденцией является потеря сотен фенотипических исследований из-за отсутствия моды на их публикации. Не публикуются расширенные данные проводимых опытов в полевых условиях. Потеря фенотипической информации о количественных признаках, продуктивности культур в различных условиях должна быть остановлена, если решается задача увеличения продовольствия в мире [Zamir, 2013].

1.4 Селекция на семенную продуктивность

Несмотря на достигнутые успехи в селекции на кормовую продуктивность, устойчивость к неблагоприятным условиям, вредителям, подробно описанным в предыдущей главе обзора, наиболее узким местом промышленного производства люцерны, как сельскохозяйственной культуры, по-прежнему, начиная с момента введения ее в культуру, является обеспечение ее устойчивого семеноводства и получение достаточного количества семян [Ломов и др., 2021; Харалгин и др., 2021; Уалиева и др., 2022 а; Косолапов и др., 2023; Островский и др., 2023 а].

При потенциальной возможности получения урожая до 2-4 т/ га [Елиновска, 1973], фактические урожаи в большинстве случаев по-прежнему остаются в пре-

делах 50-500 кг/га [Шумный и др., 1978; Волынец и др., 1989; Епифанова и др., 2012]. В семеноводстве люцерны имеется несколько аспектов, обеспечивающих возможность повышения ее семенной продуктивности, из которых важнейшими являются агротехнический, географический и селекционный. На основе многочисленных агротехнологических исследований разработаны научно обоснованные технологии производства семян в различных регионах России [Спиридонов, Мазин, 2020; Игнатъев и др., 2020; Сапрыкин, 2022; Абасов и др., 2024]. Имеется обширная литература по агротехнике возделывания люцерны на семена в зарубежных источниках [Li, Brummer, 2012; Zamir, 2013; Филиппова и др., 2020; Inostroza et al., 2021].

Разработаны все важнейшие звенья технологии: размещение в специализированных севооборотах, обработка почвы, внесение удобрений, орошение, использование гербицидов и средств защиты от вредителей и болезней, способ посева, технологии обмолота семенников и доработки семян [Агротехника возделывания сортов люцерны..., 2008; Дронова и др., 2011; Богомолов, 2010; Кашеваров, Вязовский, 2010; Дронова, Бурцева, 2014 а, б; Касаткина, Нелюбина, 2016; Лазарев, Пятинский, 2016; Лепкович, Спиридонов, 2017; Косолапов и др., 2022; Абасов и др., 2023].

Относительно новым элементом технологии для повышения семенной продуктивности, является введение искусственного пчелоопыления как обязательного агроприема [Бурмистров, 1990; Олешко и др., 2011; Мельников, 2017].

В связи с высокой зависимостью семенной продуктивности люцерны от погодных условий, когда семена формируются при определенных условиях погоды, в стране и в мире разработаны эколого-географические принципы размещения семенных посевов в наиболее благоприятных для семеноводства зонах [Золотарев, Переправо, 2015; Косолапов и др., 2021 б].

Высокая степень внутри региональной организации производства семян люцерны с концентрацией семеноводства в наиболее благоприятных зонах характерна для США, стран Европейского союза, Аргентины. Для этого подходят, в большей степени, южные регионы, отличающиеся оптимальными режимами теп-

ла, освещенности, влажности почвы и воздуха, разнообразием полезной энтомофауны [Абасов и др., 2020-2024; Косолапов, Чернявских, 2022].

Наименее разработанным аспектом является увеличение семенной продуктивности люцерны селекционными методами [Косолапов и др., 2021 а, б].

К осознанию необходимости направленной селекционной работы на повышение семенной продуктивности люцерны селекционеры пришли сравнительно недавно, если принять во внимание древнюю историю ее культуры [Pedersen, 1953; Smoll, 2011]. Это объясняется в первую очередь невысокой эффективностью, слишком длинным селекционным циклом, и слабой теоретической базой селекционно-генетического процесса и непонимание многими учеными важности двойной селекции, как на кормовую, так и семенную продуктивность [Журавлев, Калашникова, 1972; Журавлев, 1973; Ткаченко и др., 2005].

Несмотря на это П.Л. Гончаров в своих работах одним из первых обратил внимание на семенную продуктивность люцерны и в условиях Сибири начал эффективную селекцию ее на семенную продуктивность [Гончаров, 1960, 1985; Гончаров, Гончарова, 1982]. Позже аналогичные работы были активно продолжены в нашей стране [Коваль, 1986; Олешко и др., 2011; Думачева, Чернявских, 2012; Казарин, Володина, 2014; Чернявских, 2016] и других странах и регионах [Veronesi et al., 2006, 2010].

Различными методами селекции, проведенными в ранее проведенных исследованиях: искусственный отбор, гетерозисная селекция, мутагенез и искусственная полиплоидия, не достигнуто значительного увеличения семенной продуктивности и ее стабилизации [Дзюбенко, 1995]. Селекционная работа по повышению семенной продуктивности люцерны затруднена, поскольку виды рода *Medicago* отличаются рядом особенностей затрудняющих опыление, завязываемость семян и их сохранность в процессе онтогенеза. Биологические механизмы формирования слабой семенной продуктивности семян у видов *Medicago* достаточно хорошо изучены и представлены в печати [Зинченко и др., 1978; Волынец и др., 1989; Burezq, 2021].

Люцерна имеет уникальное анатомическое строение цветка. В отличие от других бобовых, цветок люцерны «закрытого» типа с особым механизмом опыления. Особенностью строения цветка люцерны является наличие сформированной тычиночной трубки, находящейся под действием высокого осмотического давления клеточного сока. При раскрытии цветка, происходящего при проникновении в него насекомого, тычиночная трубка выбрасывается из лепестков «лодочки», сгибаясь кверху, и опыляя пестик. Этот процесс носит название «триппинг». В случае, когда это явление происходит без воздействия насекомого, он называется «автотриппинг» [Lesins, 1950; 1961]. Также на растениях люцерны имеются цветки, способные опыляться без раскрывания, т.е. триппинга [Пономарев, 1955; Волынец и др., 1989; Корнеева и др., 1999; Верещагина, Новоселова, 2012]. В этом случае происходит самоопыление, которое отрицательно влияет как на семенную, так и на возможную кормовую продуктивность.

Признак семенной продуктивности у люцерны в сильной степени зависит от наличия насекомых опылителей, активность которых в свою очередь зависит от условий внешней среды [Каплин и др., 2020]. В связи с этим для производства семян семеноводческие посевы в люцерносеющих странах мира традиционно размещены в зонах с наиболее благоприятными условиями. Например, семеноводство сортов люцерны для стран Северной Европы, традиционно проводилось в США, Греции, Турции, Италии и др. [Лупашку, 1988; Дзюбенко, 1998]. Аналогичная тенденция сохраняется и в настоящее время [Чернявских и др., 2012; Сеницына и др., 2017; Спиридонов, Николенко, 2017; Сеницына, Спиридонов, 2018; Игнатъев и др., 2019].

Как показывают многочисленные исследования, участвовать в процессе опыления могут только определенные виды насекомых: узкоспециализированные дикие пчелы, а также, в меньшей степени, шмели [Pankjwetal., 1965; Barnesetal., 1976; Cane, 2002; Cecenetal., 2008; Cresswell, etal. 2009; Девяткин, Белый, 2012; Салфетников и др., 2012].

В России насчитывается около 300 видов диких пчел, однако активными опылителями люцерны среди них являются не более 20-50 видов. На уровень

опыления насекомыми влияют так же и другие признаки, например, высота растений, обильность цветения, характер расположения цветков в соцветии [Черчик, Щуплик, 1972; Robinsetal. 2007. Гаева, 2015; Мельников, 2017]. Ведут поиск и оценку генетических вариаций, определяющих время цветения у видов люцерны [Pierreetal. 2011], с использованием генотипирования путем секвенирования уточняют генетическую карту сцепления и проводят картирование локусов количественных признаков (QTL) и времени цветения у *M. sativa* [Zhangetal., 2020].

Экологическая обстановка в современных сельскохозяйственных предприятиях, широкое использование пестицидов, климатические изменения, вызывают озабоченность состоянием популяций опылителей, сокращением их численности, и, как следствие, снижением семенной продуктивности люцерны.

Многие авторы отмечают низкую эффективность опыления растений люцерны медоносными пчелами, но в связи с большой их численностью в посевах в момент цветения культуры, опыление может быть достаточно высоким [Steuckardt, 1966; Черчик, Щуплик, 1972; Волошин, Волошина, 1977; Гаева, 2015; Мельников, 2017].

Перспективным направлением решения проблемы повышения семенной продуктивности является создание исходного материала и сортов с высоким уровнем самофертильности и автотриппинга, с низкой зависимостью от опыления насекомыми. Фактически, необходимы формы с легким триппингом, а также с высокой степенью самоопыления, популяции которых содержат не обычные 1-3 % самоопыляемых биотипов, а 25-30 % таких форм [Тормозин и др., 2019; Дюкова и др., 2020; Тормозин, Чернявских, 2022].

Проблема повышения семенной продуктивности люцерны селекционными методами в течение последних десятилетий остается одной из самых актуальных и сложных [Коваль, 1986; Иванова, Емельянов, 2010; Ивасюк и др., 2012; Нагибин и др., 2015, 2017].

Для люцерны характерна высокая стерильность семян и завязывание семян [Rosellinietal., 1998]. Семенной потенциал большинства популяций очень низкий, соотношение завязавшихся семян и сформированных семян в сред-

нем составляет около 0,08, в том числе из-за высокой степени самонесовместимости [Lorenzetti et al., 1993].

В исследованиях потенциала урожайности кормовой массы, семян, самофертильности и перекрестного опыления, урожайности семян при самоопылении и перекрестном опылении, проведенных в Университете Висконсин-Мэдисон на сортах люцерны (*Medicago sativa* L.), созданных в США в период с 1898 по 1985 гг. установлено, что более современные сорта в результате селекционной работы получили большую способность к самоопылению, имеют высокую семенную продуктивность на фоне повышения кормовой продуктивности [Holland, Bingham, 1994].

Культура характеризуется высоким уровнем гетерозиготности и самонесовместимости. Частная генетика видов рода *Medicago* развивается, но многие вопросы остаются открытыми. Полигенный характер наследования многих признаков и свойств у видов люцерны изучен очень слабо, что объясняет скромные успехи направления гетерозисной селекции [Streltsina et al., 2001; Козлов и др., 2004; Khadeeva et al., 2011; Nakaya, Isobe, 2012; Liet al., 2018].

При этом следует учитывать, что как в отечественной, так и в мировой селекции люцерны главным образом используется генетический потенциал двух хорошо скрещивающихся между собой тетраплоидных видов ($4n=32$) – *M. sativa* и *M. falcata*–*M. varia* [Лубенец, 1956; Синская, 1950; Bolton, 1962; Small, 2011; Wang et al., 2014; Малышева, Малышев, 2020]. В связи с этим, большинство отечественных и зарубежных сортов являются производными именно этих двух видов и их гибрида, что приводит к тому, что современные сорта представляют собой фактически сложногибридные популяции.

Люцерна, как и другие кормовые травы, на протяжении столетий формировались под давлением естественного и искусственного отборов. При этом более высокую результативность имел искусственный отбор, направленный на сохранение в потомстве доминирования вегетативных признаков высокой кормовой продуктивности.

Однако специфические условия агрофитоценоза накладывают существенные ограничения на реализацию генетически обусловленной индивидуальной продуктивности растений. В результате высокопродуктивные растения, выделенные из гетерогенной популяции, при испытании их потомства на больших площадях могут оказаться низкоурожайными. Следовательно, потенциально продуктивные генотипы могут быть потеряны, и одними только селекционными методами, без учета сложных экологических фитоценологических взаимодействий в агрофитоценозах, эту проблему решить невозможно [Теория отбора..., 1976; Дьяков, 1974, 2012; Дьяков, Драгавцев, 1975; Кочерина, Драгавцев, 2008; Сюков, Менибаев, 2015].

Установлено, что большинство количественных признаков многолетних бобовых являются групповыми, реализующимися только в растительных сообществах, фитоценозах, где всевозможные формы и их признаки находят себе применение. Это указывает на то, что в генах отдельных особей (даже самых выдающихся) недостаточно информации для полного проявления определенных признаков, и организмы компенсируют эту нехватку в процессе фитоценологических взаимодействий. Например, при оценке наследуемости индивидуальной продуктивности и отборе по этому признаку мы имеем дело с продуктивностью отдельных особей, полагая, что наследуемое повышение обязательно должно привести к увеличению общей урожайности будущей сортопопуляции с гектара посева [Хаджинов, Паншин, 1935; Головин, 2000].

Достаточно подробно вопросы экологической организации селекционного процесса и информационной важности взаимодействия «генотип-среда» изучены в работах А.В. Кильчевского (1997, 2005). Предлагая рассматривать селекцию как микроэволюцию, сжатую во времени и пространстве, для информационного обеспечения селекционного процесса он рекомендовал использовать информационные (кибернетические) подходы [Кильчевский, Хотылева, 1997; Кильчевский, 2005;]. Аналогичные идеи были высказаны и в работах И. И. Шмальгаузена (1983). Растительный организм рассматривается при этом как открытая система, в которой посредством реализации генетической информации в процессе естественного от-

бора адаптированных генотипов воспроизводится связь системы «генотип-среда» [Шмальгаузен, 1983].

С точки зрения селекционного процесса у люцерны, таким направлением является формирование сортов с автотриппингом и самоопылением, создание синтетических сортопопуляций, которые обеспечивают формирование стабильной семенной продуктивности вне зависимости от опылителей и условий внешней среды [Дзюбенко, 1982; Малышева, 1997; Бекузарова и др., 2015; Ахметзянова, Каримов, 2017; Торомзин, Чернявских 2022].

В селекционно-семеноводческих учреждениях нашей страны и мира велись и продолжают работы по созданию сортов с высокой семенной продуктивностью, со способностью к автотриппингу и самофертильности. Популяции люцерны различного селекционно-генетического происхождения отличаются между собой по уровню автотриппинга, самофертильности в зависимости от вида, сорта места формирования популяций, а так же плоидности. Изучают эффективность отбора люцерны по признакам высокой самофертильности и автотриппинга, а так же разрабатывают приемы и методы получения гибридов и сложногибридных популяций на их основе [Дзюбенко, Швытов, 1998; Рожанская и др., 2008; Володина, Абраменко, 2020; Торомзин, Чернявских, 2022].

Непрерывно ведутся исследования формирования основных хозяйственно-полезных свойств, биологических и морфологических особенностей в процессе инбридинга при создании нового селекционного материала люцерны, а также методы получения чистого линейного материала [Нагибин и др., 2015; Торомзин и др., 2019].

Исследованиями Н.И. Дзюбенко (1995) установлено, что самофертильность люцерны имеет сложную генетическую природу, определяемую двумя независимыми генетическими системами: первая, определяет способность к плодообразованию и ее функционирование зависит от наличия и численности Sf-аллелей, возникших в результате мутаций S-локуса самонесовместимости, а вторая – определяет способность к самообразованию, которое в свою очередь зависит от гетерозиготности локуса самонесовместимости (Sf и Sn аллелей). Генетическая природа

автотриппинга более сложная и связана с мутациями различных рецессивных генов, определяющих морфологические и физиологические признаки и свойства строения цветка. Интенсивным отбором можно поддерживать поддержание легкость вскрытия цветка в популяциях за счет перехода рецессивных генов, контролирующих этот признака, в гомозиготное состояние.

В связи с созданием гомозиготных инбредных линий идет активное изучение механизмов формирования инбредной депрессии у различных видов люцерны, неизбежно возникающей в результате этих процессов, методов ее преодоления в различных поколениях [Дзюбенко, 1982, 1983, 1984, 1995; Ткаченко и др., 2008 б; Стрельцина и др., 2005; Драгавцев и др., 2011; Верещагина, Новоселова, 2012].

Ученые не оставляют попыток перевода люцерны на самоопыление за счет преодоления систем самонесовместимости и самофертильности, которые находятся под контролем рецессивных генов [Cooper, Brink, 1940].

Самостерильность, характерная для большинства представителей видов люцерны, отрицательно сказывается на возможности создания исходного материала методом самоопыления [Бобер, Башкирова, 1986; Ткаченко и др., 2005, 2008]. При этом установлено, что процесс формирования самонесовместимости у люцерны обратим, и, помимо генетики, контролируется условиями экотопа, в первую очередь, температурой и влажностью воздуха [Пшеницин, 1982; Бурмистров, Никитина, 1990; Корнеева и др., 1999; Верещагина, Новоселова, 2012].

Поиску путей увеличения способности к репродукции в XX веке были посвящены работы Дзюбенко Н.И., Шумного В.К., Квасовой Э.В., Бобера А.Ф. и других отечественных исследователей [Дзюбенко Н.И., 1982; Шумный, Квасова, 1978; Шумный и др., 1978; Бобер, Башкирова, 1986; Коваленко и др., 1987].

Установлен факт значительного увеличения самофертильности растений люцерны в условиях защищенного грунта при искусственном выращивании по сравнению с полевыми условиями. Изменением температуры в условиях теплиц достигнуто дифференцирование популяций растений на группы: у первых процент самофертильности повышался, у вторых – снижался, третью группу состав-

ляли растений со стабильным проявлением самофертильности, не зависимо от условий. Показано, что последние формы представляют наибольший интерес для селекции [Шумный и др., 1978; Новоселова, Рожкова, 2005].

Изучением популяционных особенностей люцерны по признакам самофертильности и способности к автотриппингу показано, что современные сорта тетраплоидной люцерны имеют в своей структуре значительную долю автотриппингующихся самофертильных форм, что позволяет им формировать высокие урожаи семян, не зависимо от числа опылителей и погодных условий. Делаются выводы о перспективности селекции на самофертильность [Бобер, Башкирова, 1986; Сванкулова и др., 2014; Тормозин и др., 2019; Тормозин, Чернявских, 2022].

Для недопущения высокого уровня инбредной депрессии по количественным признакам семенной продуктивности необходимо создавать синтетические популяции [Чернявских, 2016; Попова, 2020].

Вместе с тем, при ведении селекционной работы на повышение семенной продуктивности необходимо постоянно помнить, что люцерна – это культура, возделываемая не ради получения семян и ее предназначение – давать высокий урожай кормовой массы высокого качества. В связи с этим перед селекционной практикой всегда стояла и стоит трудная дилемма – как повышая семенную продуктивность не понизить качество получаемой кормовой массы, путем совмещения в одном генотипе высокой семенной и кормовой продуктивности [Ткаченко, Кальченко, 1983; Лазарев и др., 2019; Чернявских и др., 2023].

Несмотря на опасения, что повышение семенной продуктивности будет происходить за счет снижения кормовой продуктивности, многочисленными опытами, проведенных в различных регионах нашей страны и в других странах не установлено достоверной зависимости между семенной и кормовой продуктивностью [Лубенец, 1977; Veronesi, Falcinelli, 1987; Veronesi et al., 2006, 2010; Гулянов и др., 2016; Игнатъев и др., 2020; Сапрыкин, 2022].

Вместе с тем выявлено, что в большей степени выраженная отрицательная зависимость между семенной и кормовой продуктивностью проявляется у позднеспелых форм люцерны. У форм, подверженных сильному израстанию, а так же

у лежащих форм с развалистой формой куста, отмечается так же большая отрицательная зависимость между этими признаками [Ткаченко и др., 2005].

До настоящего времени нет единого универсального критерия отбора на высокую семенную и кормовую продуктивность одновременно [Мороз, Спиридонов, 2022; Кузнецов и др., 2023]. Были предложения использовать в качестве признаков для отбора прямостоячие формы, формы со слабым опушением листьев и стеблей, растения с крупными удлиненными сильно зазубренными листьями, растения с удлиненными соплодиями, обсемененность одного стебля и др. [Помогайбо, 1981, 1982; Чернявских, 2018; Тормозин, Чернявских, 2022; Уалиева и др., 2022 б].

В настоящее время предлагаются методы геномной селекции [Тихонович и др., 2015; Редактирование генов ..., 2016; Mnafguietal., 2023].

Однако необходимо применять только комплексные подходы, включающие в себя мультигенно контролируемые признаки и свойства: интенсивность отрастания весной, твердосемянность, скороспелость, а так же устойчивость к болезням и вредителям [Кунах, 1997; Ткаченко, 1982; Болховитина, Ткаченко, 2000; Марченко 2013; Кончанов и др.. 2017; Румянцева, 2018; Чернявских и др., 2019; Догузова, 2021; Соложенцева, 2023].

Огромный потенциал имеет селекционная работа, направленная на повышение эффективности фотосинтеза, оптимизацию перераспределения продуктов фотосинтеза не только между различными органами растения, но при симбиотических взаимодействиях; оптимизации расходования энергии на дыхание [Киризий и др., 2007; Абрамова, 2014; Юрков, Семенов, 2008; Юрков и др., 2018; Атласова, 2019].

При этом основным направлением все же является селекционная работа на основе форм с высокой самофертильностью и автотриппингом. Необходим поиск исходного материала и создание коллекций [Чернявских, Думачева, 2019; Амантурдиев и др., 2023; Малышева и др., 2023; Малышев и др., 2023; Старцева, Майсак, 2023].

Многочисленными исследованиями, проведенных на коллекционном материале ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова» (ВИР), показано, что люцерны северных широт потенциально обладают повышенной самофертильностью и способностью к автотриппингу, высокой скороспелостью и склонностью к более дружному созреванию. Изучены сорта Бийской и Тулунской опытных станций, Якутии [Сванкулова и др., 2014; Нагибин и др., 2015, 2017; Строева и др., 2017; Атласова, 2018, 2023; Тормозин и др., 2019]. В исследованиях, проведенных на основе селекционного материала Северной Европы и Прибалтики, показано так же наличие в селекционных популяциях повышенного количества форм с высоким автотриппингом и самофертильностью [Новоселова, Рожкова, 2005; Сванкулова и др., 2014; Нагибин и др., 2015, 2017; Тормозин и др., 2019].

Таким образом, усиление внимания исследователей к вопросам селекции люцерны, как культуры со многими специфическими особенностями: полиморфной, многолетней, энтомофильной; имеющей уникальное строение цветка, строгую перекрестность опыления и т.д., позволит расширить зону ее эффективного семеноводства, будет способствовать успешному продвижению этой ценной кормовой культуры в северные регионы страны.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Почвенно-климатические условия Урала и Свердловской области

Природные условия Урала обусловлены его значительной протяжённостью в меридиональном направлении (в сравнении с широтным). При этом с севера на юг сменяются климатические зоны тундры и тайги, смешанного леса, лесостепи и степи. Меридиональное расположение Урала сказывается не только на распределении осадков и температуры воздуха, но и на ослабленном влиянии западных ветров, что создаёт условия для частого вторжения холодных арктических масс [Гафуров, 2008].

В Свердловской области с учётом тепло- и влагообеспеченности, а также почвенного покрова традиционно выделяют лесостепную, лесолуговую (подтаёжную), лесную (таёжную) и горно-лесную зоны с районами:

1. Лесостепная зона: Слободо-Туринский, Байкаловский, Тугулымский, Талицкий, Пышминский, Камышловский, Сухоложский, Богдановичский, Каменский, Белоярский, Красноуфимский, Артинский.

2. Лесолуговая зона: северная часть Ирбитского, Алапаевский, Туринский, Режевской, Артёмовский, Невьянский, Сысертский, Пригородный (восточная часть) районы, города Верхняя Салда, Верхняя Пышма, Берёзовский, Екатеринбург.

3. Лесная зона: Верхотурский, Тавдинский, Новолялинский, Таборинский, Гаринский, Серовский районы, города Краснотуринск, Ивдель.

4. Горнолесная: западная часть Пригородного района, города Североуральск, Карпинск, Ревда, Полевской, Первоуральск, Кировград, Красноуральск, Кушва, Качканар, Нижняя Тура, Нижнесергинский, Шалинский, Ачитский (северо-восточная часть) районы [Зезин и др., 2015, 2018 а].

Серые лесные почвы, распространённые в юго-западных и юго-восточных лесостепных районах Среднего Урала, по цвету гумусового горизонта и по содержанию гумуса подразделяются на светло-серые, серые и тёмно-серые [Кузнецова и др., 2016].

Подтип тёмно-серых почв по содержанию гумуса мало уступает оподзоленным чернозёмам, но обладает менее благоприятной (кислой) реакцией, худшими физическими свойствами и низкими запасами элементов питания. Содержание гумуса в горизонте А серых и светло-серых лесных почв значительно ниже, чем тёмно-серых. На склонах профиль серых лесных оподзоленных почв содержит много дресвы и щебня [Мингалев, 2004].

В лесолуговой зоне, включающей северо-восточные и центральные районы Свердловской области, преобладают серые лесные и дерново-подзолистые почвы тяжелосуглинистого механического состава. Северную часть области охватывает лесная (таёжная) зона, суровые климатические условия, пересечённый рельеф, болотные и каменистые почвы которой являются причиной слабого развития сельскохозяйственного производства.

На территории зоны преобладают малопродуктивные тяжёлые почвы, склонные к заболачиванию. Реже встречаются подзолистые супесчаные и легкосуглинистые почвы.

Горно-лесная зона тянется вдоль Уральских гор с севера на юг. Из-за особенности рельефа (горно-холмистая территория) преобладают почвы подзолистые, кислые, бедные питательными веществами с высокой щебнистостью.

Уральские горы служат своеобразным климатическим барьером. К западу от них выпадает больше осадков, климат более влажный и мягкий; к востоку, то есть за Уралом, осадков меньше, климат более сухой, с ярко выраженными чертами континентального. Недостаточная защищённость с юга и севера способствует лёгкому проникновению на территорию, как арктических холодных масс, так и тёплых, сухих – из степей Казахстана, что ведёт к неустойчивым метеорологическим условиям.

Климат территории умеренно тёплый и умеренно засушливый, с холодной малоснежной зимой, коротким жарким летом с периодически повторяющимися засухами. Самый холодный месяц – январь, самый тёплый – июль со средней температурой от 17,2 до 19,5 °С, однако в отдельные годы температурный максимум смещается на июнь или август. Нередки сравнительно продолжительные периоды со среднесуточ-

ными температурами воздуха до 30°C и абсолютным максимумом до 38-41°C, но такие высокие температуры, как правило, сочетаются с интенсивной засухой.

Несмотря на довольно высокий температурный фон в июне-августе, короткий период вегетации определяет довольно низкие ресурсы тепла. Средние многолетние суммы активных температур выше 10°C закономерно уменьшаются от 2150-2400 в степной зоне до 1800-1900 °C на территории горнолесной. В отдельные годы суммы активных температур значительно отклоняются от средних значений [Зезин и др., 2018 б].

Общая влагообеспеченность Урала характеризуется как недостаточная. Годовое количество осадков по зонам колеблется от 373-473 до 309-397 мм и уменьшается с северо-запада на юго-восток. Наиболее увлажнёнными являются лесная и горнолесная зоны, где за год выпадает 350-500 мм осадков. Примерно 70-80 мм осадков приходится на летние месяцы, а средний многолетний максимум (57-80 мм) – на июль.

В мае-июне с высокой вероятностью (от 80 до 100 %) наблюдаются засушливые явления слабой и средней интенсивности, вероятность очень интенсивных засух колеблется по зонам от 25 до 45 %. При обоснованных системах земледелия и технологиях отрицательное действие засухи в ряде лет может быть смягчено благодаря удовлетворительным запасам продуктивной влаги в почве.

В северной лесостепной зоне периодически наблюдается высокая увлажнённость. При продвижении на север Свердловской области и вдоль Уральских гор в горнолесной зоне значения показателя ГТК возрастают до 1,5-1,7, что свидетельствует об избыточной увлажнённости.

2.2 Условия проведения исследований

Основные исследования проведены в 1993–2021 гг. в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН).

Почва опытных участков – серая лесная тяжелосуглинистая. Содержание в пахотном горизонте: гумуса (по Тюрину) – 3,51...4,30 %, легкогидролизуемого азота (по Корнфильду) – 98...113 мг/кг, подвижного фосфора и калия (по Кирсанову в модификации ЦИНАО) – 325...510 мг/кг и 39,2...84,0 мг/кг почвы соответственно, сумма поглощенных оснований (по Каппену) – 24,2...25,1 мг-экв./100 г почвы, кислотность солевой вытяжки (по методу ЦИНАО) – 5,07...5,23 ед. рН, гидролитическая кислотность (по Каппену в модификации ЦИНАО) – 3,05...5,85 мг-экв./ 100 г почвы.

Характеристика среднемноголетних значений количества осадков и среднемесячные температуры воздуха приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Среднемноголетнее количество выпадающих осадков и среднемесячные значения температуры воздуха (метеостанция Екатеринбург)

| Месяц | Средняя температура воздуха, °С | Количество выпадающих осадков, мм |
|----------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Январь | –12,6 | 25 |
| Февраль | –10,8 | 19 |
| Март | –3,6 | 25 |
| Апрель | 4,7 | 31 |
| Май | 12,2 | 47 |
| Июнь | 16,9 | 73 |
| Июль | 18,9 | 93 |
| Август | 16,2 | 75 |
| Сентябрь | 10,4 | 45 |
| Октябрь | 3,6 | 41 |
| Ноябрь | –5,4 | 33 |
| Декабрь | –10,7 | 28 |
| За год | 3,3 | 535 |

Более подробное изучение погодных условий в вегетационные периоды различных лет исследований показало значительную динамику. Погодные условия в различные годы приведены в таблицах 2.2, 2.3, 2.4.

Для оценки погодных условий в различные годы исследований принята классификация ГТК разработанная А.П. Лосевым и Л.Л Журиной [Лосев, Журин, 2001].

Таблица 2.2 – Среднемесячное значение ГТК в различные месяцы вегетационного периода

| Год | Месяц | | | | | В среднем |
|-------|-------|------|------|--------|----------|-----------|
| | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | |
| 1991 | 0,57 | 0,68 | 3,88 | 2,48 | 1,80 | 1,9 |
| 1992 | 0,83 | 0,90 | 2,84 | 1,09 | 0,22 | 1,2 |
| 1993 | 2,67 | 2,21 | 3,28 | 2,17 | 3,02 | 2,7 |
| 1994 | 0,57 | 1,24 | 3,29 | 1,60 | 1,35 | 1,6 |
| 1995 | 1,19 | 1,59 | 0,42 | 0,59 | 0,77 | 0,9 |
| 1996 | 1,12 | 0,76 | 1,68 | 0,59 | 2,75 | 1,4 |
| 1997 | 1,60 | 2,18 | 1,78 | 4,79 | 1,31 | 2,3 |
| 1998 | 1,32 | 2,23 | 1,37 | 0,95 | 2,68 | 1,7 |
| 1999 | 2,71 | 1,06 | 1,17 | 1,93 | 1,50 | 1,7 |
| 2000 | 4,07 | 1,71 | 1,20 | 3,05 | 2,41 | 2,5 |
| 2001 | 2,31 | 2,57 | 1,17 | 1,45 | 2,61 | 2,0 |
| 2002 | 2,30 | 2,72 | 0,81 | 2,07 | 1,56 | 1,9 |
| 2003 | 1,53 | 2,83 | 1,24 | 0,84 | 1,39 | 1,6 |
| 2004 | 0,43 | 0,68 | 1,18 | 1,72 | 2,14 | 1,2 |
| 2005 | 1,04 | 2,98 | 0,76 | 1,12 | 1,01 | 1,4 |
| 2006 | 2,48 | 1,13 | 3,55 | 0,76 | 1,50 | 1,9 |
| 2007 | 3,05 | 1,43 | 1,94 | 1,20 | 0,82 | 1,7 |
| 2008 | 2,30 | 0,96 | 1,08 | 2,27 | 4,13 | 2,1 |
| 2009 | 2,19 | 0,64 | 1,74 | 2,72 | 0,76 | 1,6 |
| 2010 | 0,63 | 0,97 | 1,48 | 1,17 | 1,44 | 1,1 |
| 2011 | 1,52 | 2,10 | 1,16 | 0,41 | 1,10 | 1,3 |
| 2012 | 0,78 | 1,42 | 0,76 | 1,55 | 1,88 | 1,3 |
| 2013 | 1,26 | 1,19 | 0,96 | 1,25 | 1,64 | 1,3 |
| 2014 | 0,61 | 3,02 | 3,20 | 1,49 | 0,67 | 1,8 |
| 2015 | 2,96 | 1,13 | 2,27 | 3,28 | 1,27 | 2,2 |
| 2016 | 0,24 | 0,82 | 1,08 | 0,27 | 2,04 | 0,9 |
| 2017 | 1,40 | 2,13 | 2,54 | 0,83 | 1,82 | 1,7 |
| 2018 | 0,85 | 1,33 | 1,78 | 1,43 | 1,09 | 1,3 |
| 2019 | 0,93 | 1,06 | 2,79 | 2,01 | 2,15 | 1,8 |
| 2020 | 0,32 | 1,74 | 0,37 | 2,69 | 2,52 | 1,5 |
| 2021 | 0,16 | 0,64 | 0,48 | 0,42 | 0,83 | 0,5 |
| Норма | 1,24 | 1,39 | 1,59 | 1,49 | 1,40 | 1,42 |

Таблица 2.3 – Среднемесячное количество выпадающих осадков в различные месяцы вегетационного периода (Екатеринбург)

| Год | Месяц | | | | | Всего за период |
|------|-------|-------|-------|--------|----------|-----------------|
| | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | |
| 1991 | 25,4 | 40,2 | 201,9 | 98,6 | 56,4 | 422,5 |
| 1992 | 23,2 | 35,0 | 134,7 | 44,2 | 6,4 | 243,5 |
| 1993 | 80,4 | 111,5 | 181,1 | 102,4 | 49,7 | 525,1 |

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1994 | 18,8 | 63,0 | 152,0 | 71,0 | 42,6 | 347,4 |
| 1995 | 46,1 | 78,2 | 24,5 | 28,7 | 28,3 | 205,8 |
| 1996 | 41,2 | 44,0 | 101,2 | 25,0 | 60,5 | 271,9 |
| 1997 | 53,0 | 104,1 | 85,3 | 192,9 | 39,1 | 474,4 |
| 1998 | 45,0 | 119,3 | 88,5 | 49,3 | 60,6 | 362,7 |
| 1999 | 74,0 | 46,4 | 69,5 | 89,2 | 41,0 | 320,1 |
| 2000 | 93,4 | 94,2 | 73,8 | 138,1 | 57,6 | 457,1 |
| 2001 | 61,7 | 109,6 | 60,7 | 65,8 | 80,0 | 377,8 |
| 2002 | 58,4 | 106,0 | 45,0 | 79,0 | 51,2 | 339,6 |
| 2003 | 54,4 | 119,7 | 72,4 | 50,8 | 41,9 | 339,2 |
| 2004 | 19,0 | 33,7 | 74,1 | 81,9 | 64,9 | 273,6 |
| 2005 | 43,3 | 137,0 | 42,5 | 53,4 | 32,0 | 308,2 |
| 2006 | 86,0 | 61,7 | 168,4 | 33,9 | 52,1 | 402,1 |
| 2007 | 102,1 | 57,9 | 114,6 | 65,0 | 25,5 | 365,1 |
| 2008 | 74,1 | 46,0 | 66,2 | 109,7 | 89,6 | 385,6 |
| 2009 | 70,7 | 32,4 | 87,4 | 124,9 | 27,0 | 342,4 |
| 2010 | 25,8 | 50,1 | 86,4 | 63,6 | 44,2 | 270,1 |
| 2011 | 54,1 | 100,0 | 67,0 | 18,1 | 41,4 | 280,6 |
| 2012 | 30,8 | 80,8 | 48,3 | 82,4 | 59,4 | 301,7 |
| 2013 | 41,3 | 61,5 | 53,2 | 65,5 | 52,0 | 273,5 |
| 2014 | 25,5 | 135,2 | 135,0 | 75,7 | 16,7 | 388,1 |
| 2015 | 112,0 | 64,0 | 105,0 | 128,0 | 41,0 | 450,0 |
| 2016 | 9,0 | 40,0 | 63,0 | 17,9 | 67,0 | 196,9 |
| 2017 | 40,9 | 92,5 | 138 | 41,8 | 49,6 | 362,8 |
| 2018 | 22,8 | 54,6 | 107,4 | 65,4 | 36,6 | 286,8 |
| 2019 | 36,1 | 47,6 | 158,9 | 92,9 | 55,2 | 390,7 |
| 2020 | 13,7 | 72,6 | 23,8 | 136,6 | 81,4 | 328,1 |
| 2021 | 8,5 | 34,4 | 26,6 | 24,2 | 20,4 | 114,1 |
| Норма | 47,0 | 73,0 | 93,0 | 75,0 | 45,0 | 333,0 |

Таблица 2.4 – Среднемесячная температура воздуха в различные месяцы вегетационного периода (Екатеринбург)

| Год | Месяц | | | | | В среднем |
|------|-------|------|------|--------|----------|-----------|
| | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | |
| 1991 | 14,3 | 19,8 | 16,8 | 12,8 | 10,1 | 14,8 |
| 1992 | 9,0 | 12,9 | 15,3 | 13,1 | 9,4 | 11,9 |
| 1993 | 9,7 | 16,8 | 17,8 | 15,2 | 5,3 | 13,0 |
| 1994 | 10,7 | 16,9 | 14,9 | 14,3 | 10,2 | 13,4 |
| 1995 | 12,5 | 16,4 | 18,8 | 15,8 | 11,8 | 15,1 |
| 1996 | 11,9 | 19,2 | 19,4 | 13,7 | 7,1 | 14,3 |
| 1997 | 10,7 | 15,9 | 15,5 | 13,0 | 9,6 | 12,9 |
| 1998 | 11,0 | 17,8 | 20,8 | 16,7 | 7,3 | 14,7 |
| 1999 | 8,8 | 14,6 | 19,1 | 14,9 | 8,8 | 13,2 |
| 2000 | 7,4 | 18,4 | 19,8 | 14,6 | 7,7 | 13,6 |
| 2001 | 8,6 | 14,2 | 16,7 | 14,6 | 9,9 | 12,8 |
| 2002 | 8,2 | 13,0 | 18,0 | 12,3 | 10,6 | 12,4 |
| 2003 | 11,5 | 14,1 | 18,9 | 19,4 | 9,7 | 14,7 |

| | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| 2004 | 14,3 | 16,5 | 20,2 | 15,4 | 9,8 | 15,2 |
| 2005 | 13,4 | 15,3 | 18,0 | 15,4 | 10,2 | 14,5 |
| 2006 | 11,2 | 18,2 | 15,3 | 14,3 | 11,2 | 14,0 |
| 2007 | 10,8 | 13,5 | 19,1 | 17,5 | 10,0 | 14,2 |
| 2008 | 10,4 | 16,0 | 19,8 | 15,6 | 7,0 | 13,8 |
| 2009 | 10,4 | 17,0 | 16,2 | 14,8 | 11,5 | 14,0 |
| 2010 | 13,2 | 17,3 | 18,8 | 17,6 | 9,9 | 15,4 |
| 2011 | 11,5 | 15,9 | 18,6 | 14,1 | 12,1 | 14,4 |
| 2012 | 12,7 | 19,0 | 20,4 | 17,1 | 10,2 | 15,9 |
| 2013 | 10,6 | 17,2 | 17,8 | 16,9 | 10,2 | 14,5 |
| 2014 | 13,4 | 14,9 | 13,6 | 16,4 | 8,1 | 13,3 |
| 2015 | 12,2 | 18,8 | 14,9 | 12,6 | 10,4 | 13,8 |
| 2016 | 12,1 | 16,2 | 18,8 | 21,2 | 10,6 | 15,8 |
| 2017 | 9,4 | 14,5 | 17,5 | 16,3 | 8,8 | 13,3 |
| 2018 | 8,7 | 13,7 | 19,5 | 14,8 | 10,8 | 13,5 |
| 2019 | 12,5 | 15,0 | 18,4 | 14,9 | 8,3 | 13,8 |
| 2020 | 13,6 | 13,9 | 20,8 | 16,4 | 10,4 | 15,0 |
| 2021 | 16,8 | 17,8 | 17,8 | 18,8 | 7,9 | 15,8 |
| Норма | 12,2 | 16,9 | 18,9 | 16,2 | 10,4 | 14,9 |

Для расчетов были выбраны средние показатели погодных условий в период вегетации с мая по сентябрь, имеющий наибольшее значение при выращивании люцерны на семена в условиях Среднего Урала. На основании этих данных выстроен вариационный ряд по уровню ГТК: засушливые и очень засушливые условия (ГТК =1,0...0,4), слабо-засушливые условия (ГТК =1,3...1,0), влажные условия (обеспеченное увлажнение) (ГТК =1,6...1,3), избыточно-влажные условия (ГТК = >1,6) (рис. 2.1).

Установлено, что за 31-летний период времени, как засушливые и очень засушливые можно оценить три года (3 %) 1995, 2016, и 2021 гг. с уровнем ГТК в пределах 0,5-0,9 ед. Среднее значение ГТК составляло 0,77 при норме 1,42.

В среднем за 3 года в период май-сентябрь выпадало 172,8 мм осадков при среднемноголетней норме 333 мм, с колебанием по годам от 114,1-205,8 мм ($C_v=29,365$). Средняя температура воздуха за этот период времени составляла 15,6 °С, с колебаниями по годам 15,1-15,8 °С ($C_v=2,6\%$) при норме 14,9°С.

Таким образом, низкая величина ГТК определялась не значительным повышением температуры воздуха, а пониженным количеством выпадающих осадков.

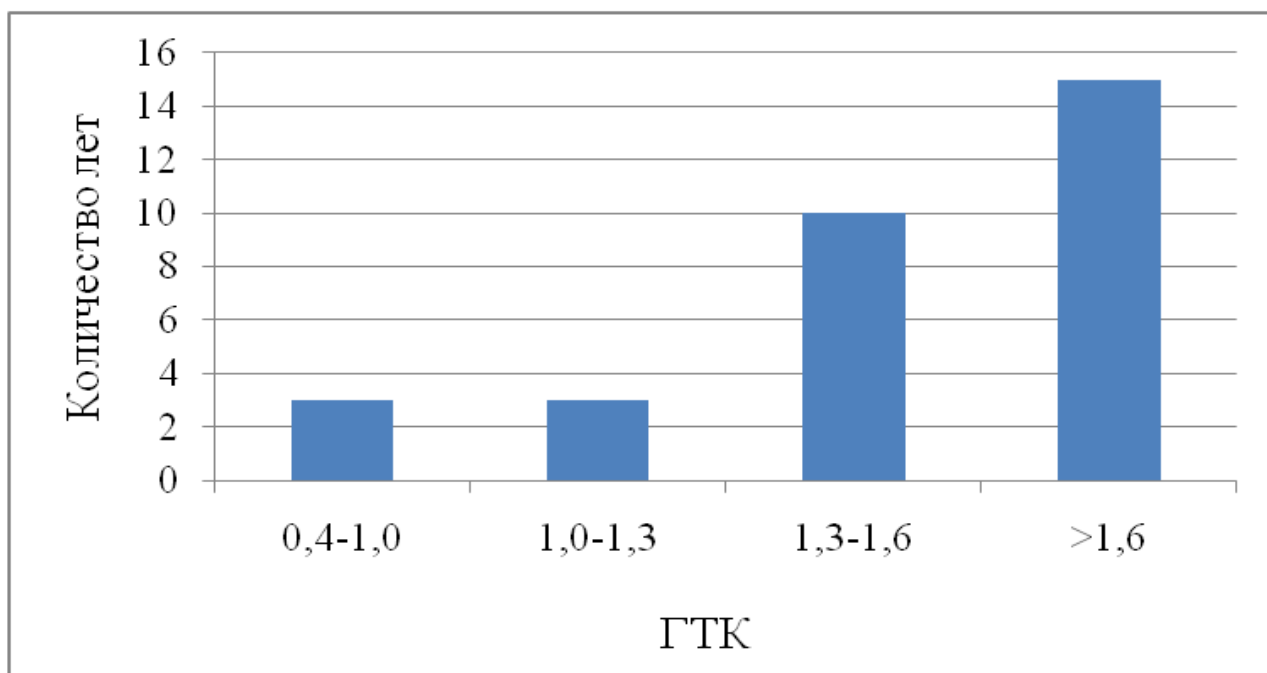


Рисунок 2.1 – Распределение лет исследований по уровню ГТК (Екатеринбург)

Как слабо-засушливые характеризовались 3 года (10 %): 1992, 2004, 2010 гг. Среднее значение ГТК составляло 1,17. В среднем за эти годы в период выпадало 262,4 мм осадков при колебаниях по годам 243,5-273,6 мм ($C_v=6,27\%$). Средне-месячная температура составляла $14,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ при колебаниях $11,9\text{-}15,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и также невысоком варьировании по годам ($C_v=13,9\%$).

Нормальной влагообеспеченностью характеризовались 10 лет (32 %): 1994, 1996, 2003, 2005, 2009, 2011, 2012, 2013, 2018, 2020 гг. В среднем за период май-сентябрь ГТК составил 1,43, что соответствовало среднегодовому значению.

За принятый период времени средняя температура мая-сентября составляла $14,42\text{ }^{\circ}\text{C}$. Колебания по годам составляли $13,4\text{-}15,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ при среднегодовой норме $14,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($C_v=5,01\%$). За этот же период времени в среднем за годы исследований выпадало 307,98 мм осадков с колебанием по годам 271,9-347,4 мм при норме 333 мм ($C_v=9,6\%$).

Как избыточно-влажные по уровню ГТК со средним его значением 1,99 в период май-сентябрь характеризовались 48 % или 15 лет, в том числе: 1991, 1993, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2006, 2007, 2008, 2014, 2015, 2017, 2019 гг.

Среднее количество осадков за период май-сентябрь в среднем за 15 лет составило 401,6 мм при колебании по годам 320,1-525,1 ($C_v=13,7\%$). Средняя температура за этот период вегетации составила 13,6°C и колебалась в пределах 12,4-14,8 °C, при среднемноголетнем значении 14,9 °C ($C_v=5,04\%$).

В результате удалось оценить селекционные образцы в различных погодных условиях. Это позволило провести всестороннюю оценку полученного селекционного материала люцерны по признакам устойчивости, адаптивности и семенной продуктивности.

Экологическое изучение полученных сортов и селекционных образцов проводилось в Белгородском районе Белгородской области Центрально-Черноземного региона (ЦЧР). Совместные исследования ученых ФНЦ «ВИК им В.Р. Вильямса» и ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН проведены на базе селекционно-семеноводческого предприятия ИП «Мавродин С.А.» (с. Драгунское).

Почва опытного участка – чернозем типичный. Содержание гумуса – 4,7...5,0 % (по Тюрину), $pH_{\text{сол.}}$ – 6,5...6,8, содержание P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) – 120...125 мг/кг и 170...190 мг/ кг соответственно.

В период проведения исследований, по данным метеостанции Гонки (Белгородский район), складывались различные, в основном засушливые погодные условия. В год посева (2019 г.) в период с температурой более 10°C выпало 288,6 мм осадков (ГТК=0,79), в 2020 г. – 302,4 мм (ГТК=0,99), в 2021 г. – 273,2 мм (ГТК=0,95), в 2022 г. – 399,6 мм (ГТК=1,38).

2.3 Методика проведения исследований

Методологической основой проведения исследований служили фундаментальные работы Н.И. Вавилова (1931, 1938, 1987), Е.Н. Синской (1940, 1948, 1950, 1964, 2003) о теоретических основах популяционного разнообразия люцерны, ее видообразования, экотипах, по экологической генетике культурных растений А.А. Жученко (2001, 2003, 2012).

Методической основой проведения селекционного процесса послужила четырехзвенная схема ускоренного поликросса, разработанная И.К. Ткаченко и др. (2005), которая была усовершенствована нами путем включения в нее процесса оценки селекционного материала в зимний период времени в условиях защищенного грунта с выращиванием на стеллажах ускоренного размножения растений (СУВР) (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Общая схема селекционного процесса

Получение семенного материала в условиях отсутствия опылителей в теплицах позволяет наиболее эффективно получать формы с высокой самофертильностью.

Полевые опыты, учеты наблюдения и оценки проводили в соответствии с общепринятыми методическими указаниями по селекции многолетних трав и изучению коллекций [Методические указания ..., 1973, 1978, 1985, 1986, 1997; Методические рекомендации..., 2008].

Коллекционные питомники первичного изучения исходного материала. Изучено 570 сортов и селекционных образцов мировой коллекции люцерны посевной, люцерны изменчивой и люцерны желтой с целью выявления образцов с потенциально более высокой семенной продуктивностью, по сравнению с сортами Северная гибридная 69 и Красноуфимская 6.

Коллекционный питомник выделившихся сортов и селекционных образцов (1991-1993 гг.). В питомнике оценивали сорта и селекционные образцы мировой коллекции люцерны, не уступавшие по семенной продуктивности в предыдущих исследованиях стандарту Красноуфимская 6.

Изучали 50 сортов и селекционных образцов различного географического происхождения в том числе: Красноуфимская 6 (St) (Россия, Урал); Appollo II (к-4327, США); Bayard (к-38354, Франция); С. Scandia (К-34595, США); Cassack (к-26830, США); Ellerslaie 1 (к-40845, Канада); Jew (к-3997, США); Resistador (к-43278, США); Ron (к-39974, США); Терах (к-8870, Канада); Vela (к-42716, Дания); Бийская 3 (к-32515, Россия, Алтай); Бируте (к-48001, Литва); Жидруне (к-38914, Литва); Зарница (к-41613, Украина); Ёыгева 118 (к-25487, Эстония); Казанская 64/95 (к-29566, Россия, Урал); Камалинская 530 (к-23425, Россия, В.-Сибирь); Камалинская 930 (к-29566, Россия, В.-Сибирь); Киевская пестрогибридная (К-38260, Украина); Марусинская 425 (к-9766, Россия, Тамбовская обл.); местная (к-39976, США); местная (К-39099, США); местная (к-32860, Китай); местная (к-32865, Китай); местная (к-33740, Китай); местная (к-33741, Китай); местная (к- 21368, Индия); местная (к – 722, Ирак); местная (к- 41289, Португалия); местная (к- 41359, Португалия), местная (к-28902, Россия, Хакасия); Надежда (Украина); Омская 8893 (к-2013, Россия, В.-Сибирь), Онохойская 6 (к-26830, Россия, В.-Сибирь), Оранжевая 115 (Россия, Омская обл.), Северная гибридная 69 (к-27062, Россия, Московская область); Скриверу (к-45109, Латвия); Славянская

местная (Россия, Краснодарский край), Сретенская 77 (к-31789, Россия, В.-Сибирь), СФА-21 (к-45350, Казахстан), Таежная (к-35377, Иркутская область); Уральская синяя (к-25081, Россия, Урал); Усть-Кан (к-5910, Россия, Алтайский край); Флора (к-29601, Россия, В.-Сибирь); Флора 4 (Россия, В.-Сибирь); АУ-РХ (к-43255, Венгрия); Тулунская гибридная (Россия, В.-Сибирь); Alfa II (Швеция); Alfa (Швеция).

Посев – летний широкорядный с междурядьем 60 см. Норма высева на корм – 900 всхожих семян на 1 м² (из расчета 9 млн. всхожих семян на 1 га). Норма высева на семена 4 млн. всхожих семян на 1 га. Общая площадь делянки – 2,4 м². Повторность 4-х кратная.

Изучали урожайность семян, элементы семенной продуктивности, урожайность сухого вещества (СВ) и зеленой массы, зимостойкость, облиственность, питательную ценность.

Селекционные питомники (СП). Выделение сортов и селекционных образцов с высокой семенной продуктивностью, урожайностью семян, урожайностью СВ, устойчивостью в посевах и высоким качеством кормовой массы.

Селекционные питомники оценки потомств высевали с междурядьем 60 см. Норма высева – 15 семян на 1 погонный метр для формирования разреженного посева, с одиночным расположением растений. Площадь учетной делянки – 24 м², повторность 4-х кратная. Посев летний в чистом виде.

Питомники конкурсного сортоиспытания (КСИ). Оценка селекционных форм, выделившихся в селекционных питомниках.

Питомники конкурсного сортоиспытания высевали с междурядьем 60 см. Норма высева 50 семян на 1 погонный метр. Для формирования посева, принятого в производстве при закладке семенников. Площадь учетной делянки 60 м², повторность 4-х кратная. Посев летний в чистом виде.

Схема селекционного процесса при создании сложногогибридных популяций (СПП).

1. Отбор растений с семенной продуктивностью не менее 10 г/растение в условиях питомников поликросса, коллекционных питомников и селекционных питомников (1993-2000 гг.).

2. Пересадка растений в защищенный грунт и выращивание на СУВРах. Выделение растений с наибольшей самофертильностью. Сбор семян и формирование из них первичных смесей (g 0) для создания сложногибридных популяций (СГП) по принципам окраски соцветий: желтогибридная СГП-1 (с преобладанием желтой окраски соцветий) (2001-2006 гг.).

3. Формирование на изолированных участках питомников (СГП-1, СГП-2, СГП-3) переопыления первого цикла (g1) на основе семян, полученных на СУВРах, высадкой исходных материнских растений, а так же клонов исходных растений, размноженных методом черенкования и укорененных в условиях СУВР: СГП-1 (с желтой окраской соцветий), пестрогибридная СГП-2 (с преобладанием пестрой окраски соцветий), синегибридная СГП-3 (с преобладанием синей) (2007-2014 гг.).

Способ посева семян и посадки укорененных черенков квадратно-гнездовой с площадью питания 60×60 см. Семена на этих участках выращивали несколько лет для формирования количества, необходимого для дальнейшей работы. В процессе вегетации из популяций удаляли нетипичные растения, не подходящие под модель предполагаемых сортов. Исходные (материнские) растения после получения семян в открытом грунте пересаживали заново на СУВР и цикл продолжался.

4. Формирование на изолированных участках питомников переопыления второго цикла (g2) проводили на основе семян, полученных в питомниках переопыления первого цикла (g1). Основная цель – получение необходимого количества семян для исследований. В процессе вегетации из популяций удаляли нетипичные растения. Посев обычный рядовой с междурядьем 60 см и нормой высева 50 семян на один погонный метр (2012-2016 гг.).

5. Оценку материала в сравнительном сортоиспытании и конкурсном сортоиспытании (КСИ) выполняли параллельно, используя метод резервных семян или «половинок» (2015-2021 гг.).

Закладывали следующие опыты:

- селекционный питомник оценки потомства и отбора первого цикла перепыления (репродукция, генерация g1);
- селекционный питомник оценки потомства и отбора второго цикла перепыления (репродукция, генерация g2);
- питомник конкурсного сортоиспытания (потомство второго цикла перепыления (g2)), в сравнении со стандартом и селекционным материалом других селекционных программ – КСИ.

Коллекционный питомник (КП) по изучению полученных сортов и селекционных образцов в сравнении с лучшими иностранными и отечественными сортами в условиях Среднего Урала (2015-2021 гг.). Изучали: Сарга (Россия) (st); Виктория (Россия); Уралочка (Россия); Вела (Россия); Таисия (Россия); Находка (Россия); Дарья (Россия); Изумруда (Россия); Милена (Россия); Гюзель (Россия); Тулунская гибридная (Россия); Белорусская (Беларусь); Verko (Германия); Alfa (Нидерланды); Artemis (Нидерланды); Гибралтар (Дания); Super Nova (Дания); Fortuna (Дания); Relaks (Дания); Saskiya (Дания); Gong Nong № 1 (Китай).

Посев – летний широкорядный с междурядьем 60 см. Норма высева из 900 всхожих семян на 1 м² (из расчета 9 млн. всхожих семян на 1 га). Общая площадь делянки 2,4 м². Повторность 4-х кратная.

Экологическое изучение полученных сортов и селекционных образцов в условиях Центрально-Черноземного региона. В рамках Договора о совместной деятельности ФНЦ «ВИК им В.Р. Вильямса» и ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН изучали 17 сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой, люцерны посевной и люцерны желтой, различного эколого-географического происхождения при семенном и кормовом использовании, в том числе сорта и селекционные образцы Среднего Урала (Сарга, Виктория, 193-95 д, 20-89 Н, Vela × Сарга), подмосковной селекции (Находка, Вега 87), селекции Центрально-Черноземного региона (Белгородская 86, Краснояружская 1, Краснояружская 2, Павловская 7), Ка-

нады (Дакота), Германии (Верко, Плато), Франции (Люзелль, Галакси), из Саратовской области (Артемида).

Опыт был заложен в 2019 г. в Белгородском районе Белгородской области ЦЧР ранневесенним посевом в чистом виде, расположение делянок рендомизированное. В 2020 г. изучали посевы первого года использования, в 2021 г. – второго года, в 2022 г. – третьего года. Повторность и при семенном, и при кормовом использовании травостоев – пятикратная. Сорт-стандарт – люцерна изменчивая Белгородская 86. Делянки двухрядные длиной 3,5 м, ширина междурядья – 0,3 м, расстояние между отдельными делянками – 0,5 м. Посев проводили ручной сеялкой из расчета 100 всхожих семян на 1 погонный метр. Учеты урожая кормовой массы и оценку семенной продуктивности выполняли поделяночно методом укосов. После отбора проб и определения содержания СВ осуществляли пересчет урожая сухой массы. Для получения семян использовали второй укос люцерны изменчивой и люцерны посевной и первый – люцерны желтой [Тормозин и др., 2023].

Оценку распространения вирусно-фитоплазменных инфекций в форме «ведьминой метлы» люцерны (ВМЛ) проводили в период отрастания люцерны после первого укоса на зеленую массу путем визуального выявления растений с явно выраженными признаками ВМЛ: карликовости, формирования большого количества мелких побегов с большим количеством редуцированных листьев и цветков, со слабым плодообразованием или его отсутствием. Распространение инфекции рассчитывали как долю (%) пораженных ВМЛ растений в общей выборке по формуле: $РИ = n \times 100 / N$, где РИ – распространение инфекций; N – общее число растений в пробах; n – число пораженных растений [Тормозин и др., 2023].

Зимостойкость определяли как долю (%) сохранности растений на 4 год вегетации в сравнении с исходным количеством растений.

Репродуктивное усилие определяли как долю (%) от общей фитомассы растения, приходящуюся на репродуктивные органы (семена) путем расчета отношения массы семян к массе целого растения [Benton, Grant, 1999].

Определение качества зеленой массы люцерны. Оценку кормовой ценности зеленой массы люцерны проводили общепринятыми методами на основании ГОСТов и рекомендаций [Косолапов и др., 2018].

Математическую обработку данных с оценкой доли влияния изучаемых факторов проводили с использованием однофакторных и двухфакторных комплексов для анализа опытов с многолетними культурами с расчетом НСР_{0,05} по Доспехову Б.А. [Доспехов, 2011]. При анализе неравномерных комплексов использовали дисперсионный анализ по Плохинскому Н.А. [Плохинский, 1970].

Для выявления связей между изучаемыми признаками использовали метод корреляции рангов Спирмена (r_s) и корреляцию Пирсона (r) [Лакин, 1990]. Использовали стандартный пакет Microsoft Excel.

Оценку силы влияния факторов (h^2_x) на результативные признаки проводили методом Снедекора. Силу влияния определяли как долю межгрупповой вариации в общем варьировании результативного признака [Лакин, 1990].

Для обработки больших массивов данных методами многомерной статистики использовали ППС Statsgrafics.

ГЛАВА 3 ПЕРВИЧНОЕ ИЗУЧЕНИЕ И СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА

Исторически основные цели селекции люцерны не менялись со времен начала первых селекционных программ в начале двадцатого века вплоть до современной эпохи. Они включали увеличение урожайности кормовой массы, улучшение качества урожая и его сохранности. Достигнуты определенные результаты, хотя и не такие как, например, в селекции кукурузы, зерновых культур во всем мире [Иванов, 1980; Lambetal., 2006; Veronesietal., 2006, Annicchiarico, et al., 2015; Низаева и др., 2021; Игнатъев и др., 2021 б].

На этом фоне, семенная продуктивность люцерны была и остается важно селекционной и производственной задачей, особенно применительно к регионам, в которых люцерна является относительно новой культурой [Ткаченко и др., 2005; Попова, 2020; Чернявских и др, 2023; Кузнецов и др., 2023].

Требуются значительные усилия науки и селекционной практики. Необходимо более подробно изучать репродуктивную биологию люцерны в целях повышения ее семенной продуктивности, в целях совершенствования селекционного процесса, несмотря на сложность поставленной задачи [Milić et al., 2011].

Проблема повышения семенной продуктивности тесно связана, в первую очередь, с эффективной и кропотливой работой по изучению исходного селекционного материала применительно к конкретным условиям регионов различных типов стерильности, реакции на действие факторов внешней среды, специфики биологии цветка, особенностей опыления в тесном взаимодействии с насекомыми-опылителями.

Широко используются в исследованиях не только селекционные сорта, но и биоресурсный потенциал местных популяций различного географического происхождения [Иванов, 1980; Данилова и др., 2013; Думачева, Чернявских, 2014; Тормозин, Зырянцева, 2020; Conserving... 2008; Nagl et al., 2011; Dzyubenko, 2015, Shi et al., 2015; Voe et al., 2020].

Особое место продолжают занимать направления по поиску источников самоопыления, способных, не зависимо от погодных условий, формировать урожай семян. Применительно к регионам с коротким безморозным периодом и комплексом неблагоприятных условий в зимний период, большое значение имеют источники высокой зимостойкости [Дзюбенко, 1981; Нагибин, 1987; Нагибин и др., 2016; Кузнецов и др., 2023]. Предлагается так же использовать мутантные формы [Dzyubenko et al., 2019].

3.1 Поиск генетических источников зимостойкости и семенной продуктивности люцерны в условиях Среднего Урала

Оценка генетических ресурсов различного географического происхождения является в мире одним из основных методов аналитической селекции, проводимой для создания сортов бобовых культур с высокой устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам.

Нами в период с 1978-1993 гг. впервые в условиях Урала проводилось широкое сортоиспытание большого набора сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой и люцерны посевной с целью выявления лучших форм, способных формировать семена в условиях региона, обладающих комплексом признаков зимостойкости и высокой кормовой продуктивности.

Работа начата с изучения 570 сортов и селекционных образцов мировой коллекции люцерны посевной и люцерны изменчивой с целью выявления форм с потенциально более высокой семенной продуктивностью, по сравнению с сортами Северная гибридная 69 и Красноуфимская 6. Исследования показали, что в период исследований 1979-1983 гг. только 0,8 % селекционного материала (5 образцов), превосходили по семенной продуктивности стандарт Красноуфимская 6 (рис. 3.1).

Выявлено два наиболее важных фактора, определяющих невысокую семенную продуктивность: низкая зимостойкость образцов и низкая завязываемость семян, связанная со слабым опылением цветков.

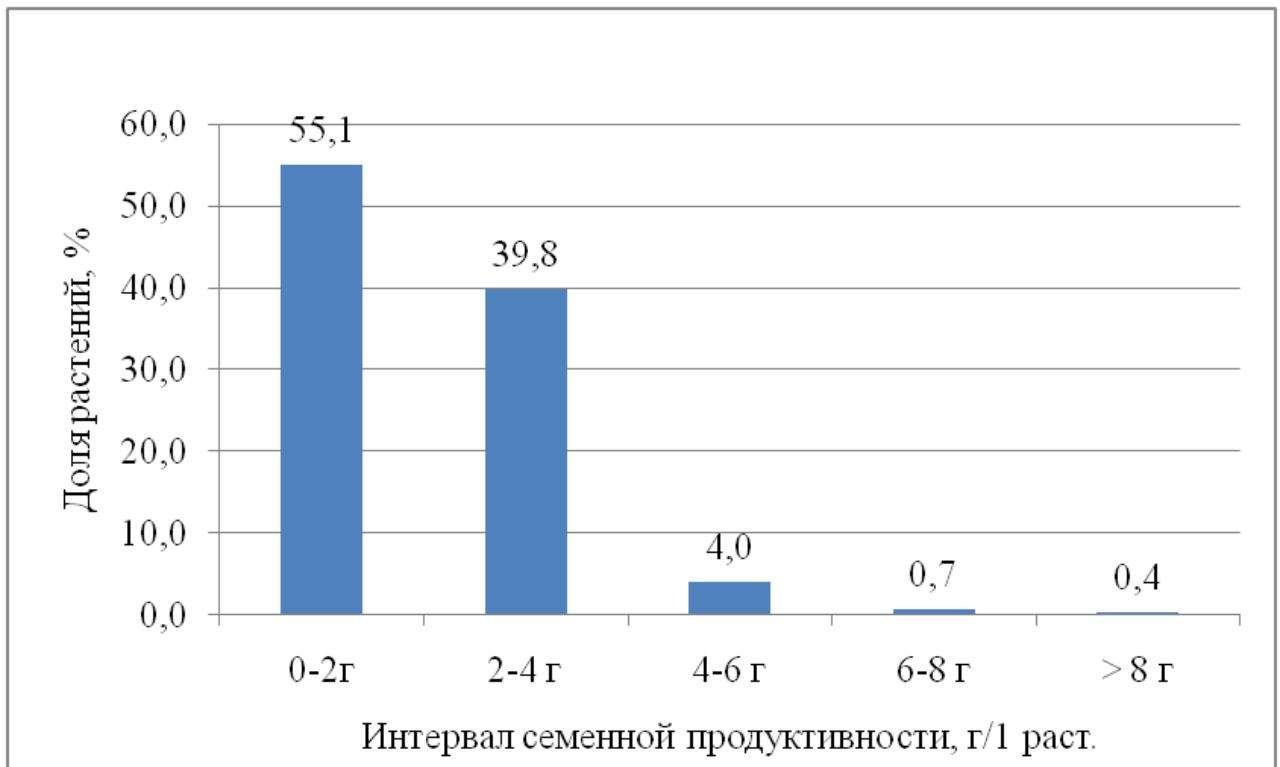


Рисунок 3.1 – Доля селекционных образцов люцерны с различной семенной продуктивностью среди изученных сортов и селекционных в условиях Среднего Урала (1979-1983 гг.) [Нагибин и др., 2015]

Более половины изученных сортов и селекционных образцов в первую же зимовку выпадали из травостоев на 47-64 % и более. Выявлено, что необходимы доноры и источники признаков зимостойкости и семенной продуктивности.

В связи с этим работа на первом этапе была сосредоточена на улучшении в расщепляющихся поколениях важнейших качественных признаков с целью фиксации в первую очередь совокупности признаков, определяющих зимостойкость, с последующим отбором по количественным признакам семенной продуктивности [Нагибин и др., 2015].

На основе наиболее продуктивных форм, методом межсортной гибридизации и отбора в лаборатории многолетних трав Уральского НИИСХ впервые были получены несколько гибридов, не уступающих стандарту Красноуфимская 6 по урожайности зеленой массы и СВ, но превосходящие их по семенной продуктивности: селекционные образцы 1-2, 118-1, 118-2, 1-3. На основе наиболее продук-

тивной гибридной популяции 118-2 создан сорт люцерны Сарга, отличающийся повышенной семенной продуктивностью (150 до 270 кг/га), хорошим отрастанием, высоким сбором СВ (6,5–9,0 т/га на богаре и 10,5–14,2 т/га при орошении). Сорт Сарга стал материалом для создания линейки новых образцов, гибридов, самоопыленных линий, одним из основных доноров и источников семенной продуктивности в условиях Урала.

Создание высокопродуктивных форм люцерны, особенно в условиях недостатка опылителей в северных регионах, эффективно на основе совмещения в селекционных образцах признаков высокой самосовместимости и автотриппинга [Нагибин, 1987].

Оценка реакции сортов, селекционных форм, гибридов, синтетиков на самоопыление и создание на их основе инбредных линий, являлось дальнейшим этапом исследований. В качестве исходного материала использовали растения 22 образцов, как селекционных сортов, так и гибридных форм.

Среди изученных сортов наибольшей фертильностью при принудительном самоопылении обладали линии и гибриды, созданные на основе сортов Йыгева 118 (Литва), Альфа II (Швеция), Vela (Дания), Vertus (Швеция), Ellerslaie 1 (Канада).

Высокой фертильностью при свободном опылении обладали сорта: Ellerslaie 1 (Канада), Sverre (Швеция), Area (Франция), Vertus (Швеция), Альфа II (Швеция), Vela (Дания), WL – 504 (США), линии 118-2, 1-3 (Уральский НИИСХ). Нулевой фертильностью характеризовались сорта Resitador (США), Atva 55 (США), Embro (США), Rimpaus (Германия).

Оценивая влияние фактора географического происхождения сортов и селекционных образцов люцерны на признак зимостойкости методом дисперсионного анализа, необходимо отметить, что нулевую гипотезу его влияния необходимо отвергнуть.

Доля влияния (h^2_A) географического фактора на зимостойкость в общей дисперсии результивного признака «зимостойкость» составляет 72,0 % (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Влияние фактора географического происхождения исходного материала на хозяйственные признаки люцерны в условиях Среднего Урала (1983-1984 гг.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _f | F _{0,05} | h ² _x |
|-----------------------------------|------------------------------|--------|-----|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Семенная продуктивность, г/ раст. | Общее | 12,6 | 17 | - | - | - | - |
| | Географическое происхождение | 1,8 | 3 | 0,6 | 0,8 | 8,7 | 14,3 |
| | Случайное | 10,8 | 14 | 0,8 | - | - | - |
| Зимостойкость, % | Общее | 5748,5 | 17 | - | - | - | - |
| | Географическое происхождение | 4141,7 | 3 | 1380,6 | 12,0 | 3,3 | 72,0 |
| | Случайное | 1606,8 | 14 | 114,8 | - | - | - |

Примечания: D – сумма квадратов отклонений (девианта); s² – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; h²_x – сила влияния на результирующий признак.

В то же время влияние географического фактора на результирующий признак «семенная продуктивность» невелико (h²_A = 14,3 %) и нулевую гипотезу отвергать нельзя. Наибольшей зимостойкостью (93-95 %) обладали селекционные образцы Уральского происхождения с семенной продуктивностью 0,4-1,9 г/ раст.

Сорта североамериканского происхождения обладали зимостойкостью 41-72 %, при семенной продуктивности 0-2,7 г/ раст. Наибольшей семенной продуктивностью и зимостойкостью обладал канадский сорт *Ellerslaie 1*.

Сорта Северной Европы при достаточно высокой зимостойкости (72-92 %) обладали наименьшим варьированием продуктивности в пределах 1,2-2,2 г/раст. Сорта Западноевропейского происхождения (Франция, Германия) обеспечивали 0-2,1 г/ раст. при зимостойкости 42-76 %. Сорт *Alea* (Франция), при максимальной зимостойкости для этой географической группы сортов обладал также максимальной семенной продуктивностью.

Таким образом, предварительными исследованиями было установлено, что для выявления доноров и источников зимостойкости, использование географического принципа может быть надежным способом подбора исходного материала. Вместе с тем, не выявлено достоверного влияния географического происхождения на семенную продуктивность. В составе коллекций из различных географических зон встречались образцы, обладающие выдающейся способностью к семяобразованию, по сравнению с общей выборкой изученных сортов, что указывает на необходимость более широкого привлечения разнообразного материала. Особое

внимание необходимо уделять изучению селекционного материала для создания сложногибридных популяций на основе самофертильных и автотриппингующихся линий, как основы новых сортов, высокопродуктивных в условиях короткого безморозного периода Среднего Урала.

Дальнейшее развитие работы по оценке генетических ресурсов люцерны для повышения семенной продуктивности в условиях Среднего Урала с использованием эколого-географического принципа отбора, проводилось в 1991-1993 гг. в коллекционных питомниках. Велось дальнейшее пополнение новым селекционным материалом и изучение его семенной продуктивности и зимостойкости, критически оценивали исходный материал для подбора возможных родительских форм. Удалось выявить 49 сортов и селекционных образцов, не уступающих по семенной продуктивности при свободном опылении в полевых условиях стандарту люцерны изменчивой Красноуфимская 6 (приложения А.1, А.2).

В ранее проведенных исследованиях установлено, что различные виды люцерны могут иметь отличия по различным признакам, связанным с семенной продуктивностью, устойчивостью к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам. Особенно это проявляется в экстремальных климатических и почвенных условиях различных регионов, на границах ареалов и др. [Ткаченко и др., 2005, Думачева, Чернявских, 2014].

В наших исследованиях установлено, что, несмотря на то, что *M. sativa*, принято считать более теплолюбивым видом по сравнению с *M. varia* и *M. falcata*, образцы этого вида обладают высоким репродуктивным потенциалом и могут использоваться как генетические источники признаков, определяющих семенную продуктивность люцерны. Образцы *M. sativa* на фоне ожидаемо более низкой зимостойкости, имели тенденцию к большей потенциальной популяционной семенной продуктивности, что в первую очередь доказывает не среднее значение, а моды, как величины, показывающей наибольшую встречаемость определенных генотипов. Можно полагать, что используя селекционные методы: стабилизирующий отбор, скрещивание, семейно-групповой отбор, синтетическую селекцию, возможно, создать исходный материал с высокой зимостойкостью с одновремен-

но высокой семенной продуктивностью с привлечением для селекции материал этого вида (табл. 3.2).

Таблица 3.2 – Семенная продуктивность и признаки зимостойкости у различных видов люцерны в коллекционных питомниках (1991-1993 гг.)

| Вид | Признаки | Статистические характеристики | | | |
|-------------------|---------------|-------------------------------|------|-----------|-----------|
| | | $M \pm m$ | Mo | C_v , % | lim |
| <i>M. sativa</i> | СП, г/1 раст. | 9,5±5,6 | 7,7 | 75,6 | 2,1-29,6 |
| | ЗС, % | 74,5±4,2 | 78,0 | 7,6 | 61,0-85,0 |
| | ЕГ, % | 8,5±1,4 | 7,3 | 22,2 | 5,0-13,0 |
| <i>M. varia</i> | СП, г/1 раст. | 8,7±4,2 | 5,2 | 64,9 | 2,3-29,5 |
| | ЗС, % | 84,0±4,3 | 89,0 | 5,9 | 75,0-90,0 |
| | ЕГ, % | 5,3±1,4 | 3,7 | 31,5 | 3,3-8,3 |
| <i>M. falcata</i> | СП, г/1 раст. | 5,1±1,5 | 5,6 | 36,0 | 2,3-7,7 |
| | ЗС, % | 83,3±2,2 | 85,0 | 3,5 | 80,0-85,0 |
| | ЕГ, % | 5,6±0,7 | 5,0 | 17,3 | 5,0-6,7 |

Примечание – СП, г/ раст. – семенная продуктивность г/ раст.; ЗС, % зимостойкость, определяемая как % сохранности растений на 4-ый год жизни от их исходного количества; ЕГ, % – средняя ежегодная гибель растений; М – среднее значение; m – ошибка средней; Мо – мода (наиболее часто встречающееся значение); C_v , % – коэффициент вариации; lim – пределы колебания признака.

Гибридный вид *M. varia* показал в целом наиболее высокую семенную продуктивность, на фоне максимальной зимостойкости. Однако модальную группу составляли генотипы с более низкой потенциальной продуктивностью. Вид *M. falcata* имел в среднем минимальную семенную продуктивность.

Однако в каждой группе видов выделены формы, способные формировать семена до 29 и более г/ раст. (у *M. varia* и *M. sativa*), а так же более 7 г/ раст. у *M. falcata*, что дает высокую вероятность использовать все три вида как источники для получения исходного материала с высокой семенной продуктивностью.

Группировка селекционного материала по эколого-географическому признаку позволила установить, что в среднем за период исследований 1991-1993 гг. в условиях Среднего Урала наименьшей зимостойкостью обладали образцы Североамериканского и Западноевропейского происхождения (США, Канада, Франция, Португалия, Дания, Швеция).

Средняя ежегодная гибель растений составляла 10,0-10,7 %, а сохранность растений на 4-ый год жизни – в среднем 72,1-75,5 %, при пределах варьирования у различных образцов 61-84 %(табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Зимостойкость сортов и селекционных образцов люцерны различного географического происхождения в условиях Среднего Урала (1991-1993 гг.)

| Происхождение | Ежегодная гибель растений, % за год | | | Сохранность на 4-ый год вегетации, % от исходного количества | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------|-------|--|-----------|-------|
| | М | lim | Cv, % | М | lim | Cv, % |
| Россия, Урал | 5,3 | 3,7-6,3 | 27,2 | 86,6 | 83,0-90,0 | 43,9 |
| Россия, Европейская часть | 6,1 | 5,3-7,3 | 17,5 | 85,0 | 83,0-86,0 | 44,2 |
| Россия, Сибирь | 5,5 | 3,3-10,3 | 15,2 | 86,8 | 76,0-90,0 | 24,7 |
| США, Канада | 10,6 | 8,0-12,3 | 6,7 | 75,4 | 68,0-82,0 | 28,2 |
| Франция, Португалия | 10,7 | 10,0-11,4 | 6,6 | 73,1 | 69,2-76,0 | 43,7 |
| Украина, Венгрия | 6,8 | 5,0-9,0 | 29,8 | 82,5 | 78,0-87,0 | 40,0 |
| Северная Европа, | 10,0 | 6,7-14,3 | 27,2 | 75,2 | 61,0-84,0 | 32,7 |
| Китай, Индия, Ирак | 8,0 | 6,0-10,2 | 21,0 | 81,3 | 72,3-85,0 | 34,4 |
| НСР ₀₅ | | 2,9 | | | 3,1 | |

Примечание –М – среднее значение; Cv, % – коэффициент вариации; lim – пределы колебания признака.

Не установлено достоверной разницы по зимостойкости между сортами и селекционными образцами, происходящими из различных регионов России, Украины, Венгрии, Китая, Индии и Ирака.

Оценка семенной продуктивности 1 растения показала значительное варьирование этого признака, как в зависимости от географического происхождения образцов, так и внутри географических групп.

Наибольшей семенной продуктивностью обладали образцы, происходящие из Европейской России и Северной Европы, а наименьшей – образцы Уральского и Западноевропейского происхождения (табл. 3.4).

Не установлено достоверной связи между признаками зимостойкости и семенной продуктивностью одного растения, что подтверждается слабой положительной корреляцией Спирмена между семенной продуктивностью растения и процентом ежегодной гибели ($r_s=0,147$), а так же слабой отрицательной между

семенной продуктивностью растения и сохранностью растений на 4 год вегетации ($r_s = -0,161$).

Таблица 3.4 – Семенная продуктивность сортов и селекционных образцов люцерны различного географического происхождения в условиях Среднего Урала (1991-1993 гг.)

| Происхождение | Семенная продуктивность, г/ раст. | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------|-------|
| | M | lim | Cv, % |
| Россия, Урал | 5,5 | 4,9-6,5 | 16,6 |
| Россия, Европейская часть | 12,1 | 8,7-18,1 | 43,3 |
| Россия, Сибирь | 8,0 | 4,2-18,1 | 66,8 |
| США, Канада | 7,2 | 4,9-20,1 | 17,9 |
| Франция, Португалия | 5,7 | 5,0-6,2 | 11,0 |
| Украина, Венгрия | 8,9 | 4,9-17,9 | 18,4 |
| Северная Европа, Прибалтика | 14,6 | 5,8-22,7 | 66,7 |
| Китай, Индия, Ирак | 7,1 | 4,9-16,6 | 91,8 |
| НСР ₀₅ | | 2,4 | |

Примечание – M – среднее значение; Cv, % – коэффициент вариации; lim – пределы колебания признака.

Среди сортов и селекционных образцов всех географических зон (за исключением Урала, Франции, Португалии) отмечено высокое варьирование продуктивности в пределах 4,2-22,7 г/ раст., что свидетельствует о возможности нахождения ценных источников и доноров семенной продуктивности среди этих географических групп. Уральские, французские, португальские образцы наименее варьировали по признаку семенной продуктивности.

Дисперсионным анализом методом Плохинского установлено, что, несмотря на высокое варьирование признака семенной продуктивности, нулевую гипотезу влияния эколого-географического происхождения сортов и селекционных образцов как исходного материала для селекции в условиях Среднего Урала необходимо отвергнуть ($F_f > F_{0,05}$). Сила влияния фактора географического происхождения сортов и селекционных образцов на результативный признак «семенная продуктивность, г/ раст.» составляла 27 % (табл. 3.5). Установлено, что нулевую гипотезу влияния эколого-географического происхождения сортов и селекцион-

ных образцов на результативные признаки, определяющие зимостойкость необходимо отвергнуть.

Сила влияния географического происхождение сортов и селекционных образцов на результативный признак «ежегодная гибель растений в посевах» составляло $h^2_x = 60,6 \%$, а на результативный признак «зимостойкость» – $60,8 \%$.

Таблица 3.5 – Влияние фактора географического происхождения исходного материала на хозяйственные признаки люцерны в условиях Среднего Урала (1991-1993 гг.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_f | $F_{0,05}$ | h^2_x |
|--|------------------------------|--------|-----|-------|-------|------------|---------|
| Семенная продуктивность, г/растение | Общее | 1399,2 | 49 | - | - | - | - |
| | Географическое происхождение | 377,88 | 7 | 53,9 | 2,22 | 2,20 | 27,0 |
| | Случайное | 1021,4 | 42 | 24,3 | - | - | - |
| Ежегодная гибель растений в посевах, % | Общее | 248,2 | 49 | - | - | - | - |
| | Географическое происхождение | 150,8 | 7 | 21,6 | 9,3 | 2,2 | 60,6 |
| | Случайное | 97,3 | 42 | 2,3 | - | - | - |
| Зимостойкость, % | Общее | 2233,8 | 49 | - | - | - | - |
| | Географическое происхождение | 1357,9 | 7 | 193,9 | 9,30 | 2,2 | 60,8 |
| | Случайное | 875,89 | 42 | 20,8 | - | - | - |

Примечание. D – сумма квадратов отклонений (девианта); s^2 – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; $F_{0,05}$ – табличное значение $F_{0,05}$ – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h^2_x – сила влияния на результативный признак.

Для более точного определения наиболее перспективных форм как источников и возможных доноров для селекции на семенную продуктивность за изучаемый период 1991-1993 гг., проведена классификация всех сортов и селекционных образцов по одновременно нескольким определяющим признакам «семенная продуктивность, г/ раст.» и «зимостойкость», имеющих наибольшую селекционную и хозяйственную ценность в условиях региона.

Использовали кластерный анализ. Кластеризацию проводили методом самого дальнего соседа (полная связь), метрика расстояния – Эвклидова. Изучаемые объекты (селекционные образцы) и их распределение по кластерам визуально разместили в поле 2 признаков (рис. 3.2).

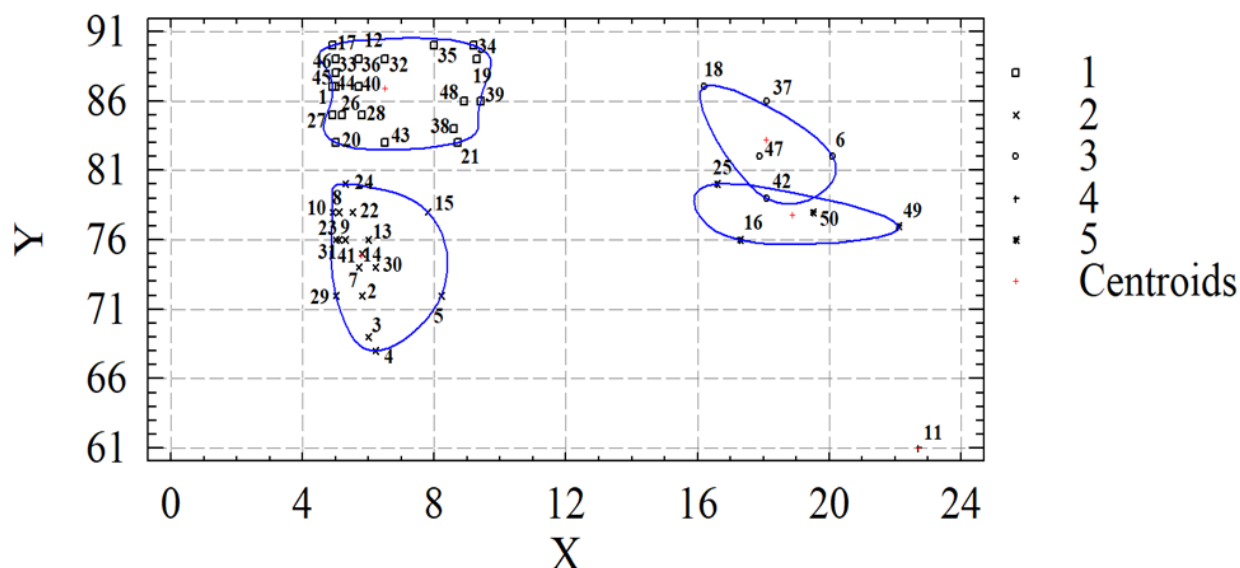


Рисунок 3.2 – Результаты кластерного анализа, характеризующие сходство сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой,

где Y – зимостойкость, %; X – семенная продуктивность, г/ раст.

1. Красноуфимская 6 (st) (Россия, Урал); 2. Apollo II (США); 3. Bayard (Франция); 4. Scandia (США); 5. Cassack (США); 6. Ellerslaie 1 (Канада); 7. Jew (США); 8. Resistador (США); 9. Ron (США); 10. Терах (Канада); 11. Vela (Дания); 12. Бийская 3 (Россия, Алтай); 13. Бируте (Литва); 14. Жидруне (Литва); 15. Зарница (Украина); 16. Йыгева 1 18 (Эстония); 17. Казанская 64/95 (Россия, Урал); 18. Камалинская 530 (Россия, В.-Сибирь); 19. Камалинская 930 (Россия, В.-Сибирь); 20. Киевская пестрогибридная (Украина); 21. Марусинская 425 (Россия, Тамбовская обл.); 22. Местная (США); 23. Местная (США); 24. Местная (Китай); 25. Местная (Китай); 26. Местная (Китай); 27. Местная (Китай); 28. Местная (Индия); 29. Местная (Ирак); 30. Местная (Португалия); 31. Местная (Португалия); 32. Местная (Россия, Хакасия); 33. Надежда (Украина); 34. Омская 8893 (Россия, В.-Сибирь); 35. Онохойская 6 (Россия, В.-Сибирь); 36. Оранжевая 115 (Омская область); 37. Вега 87 (Московская область); 38. Скриверу (Латвия); 39. Славянская местная (Россия, Краснодар); 40. Сретенская 77 (Россия, В.-Сибирь); 41. СФА-21 (Казахстан); 42. Таежная (Иркутская область); 43. Уральская синяя (Россия, Урал); 44. Усть-Кан 5910 (Россия, Алтайский край); 45. Флора (Россия, В.-Сибирь); 46. Флора 4 (Россия, В.-Сибирь); 47. AU-PX (Венгрия); 48. Тулунская гибридная (Россия, В.-Сибирь); 49. AlfaII (Швеция); 50. Alfa (Швеция)

В результате анализа выявлено 5 основных групп (кластеров), обладающих внутренним сходством, что выражалось в невысоком варьировании величин изучаемых признаков внутри кластеров по сравнению с общими показателями по опыту: семенная продуктивность (г/ раст.) внутри кластеров – $C_v=7,66-26,7$ %, общая по опыту – $C_v=61,71$ %; сохранность растений на 4-ый год вегетации (%)

внутри кластеров – $C_v=2,4-4,3$ %, общая по опыту – $C_v=8,3$ %; ежегодная гибель растений (%) внутри кластеров – $C_v=6,3-19,7$ %, общая по опыту – $C_v=34,6$ %.

Кластер I. Группа включала в себя 22 номера со средней семенной продуктивностью 6,50 г/1 раст. Сорты и селекционные образцы относятся к видам *M. varia*, *M. falcata* и *M. sativa*. Внутригрупповое варьирование составляло 26,71 %, пределы колебания признака 4,90-9,43 г/1 растение. Средняя ежегодная гибель растений – 4,4% ($lim = 3,3-5,7$ %). Зимостойкость составляла 86,9 % с коэффициентом вариации 86,9 % и пределами колебания признака $lim = 83,0-90,0$ %. В кластер вошли в основном сорта и селекционные образцы российской селекции селекционных учреждений Восточной Сибири, Алтая, Европейской России.

Наибольшей семенной продуктивностью (8,3-9,43 г/раст.) характеризовались сорта Онохойская 6 (Россия, В.-Сибирь), Скриверу (Латвия), Марусинская 425 (Россия, Тамбовская обл.), Тулунская гибридная (Россия, В.-Сибирь), Омская 8893 (Россия, В.-Сибирь), Камалинская 930 (Россия, В.-Сибирь), Славянская местная (Россия, Краснодар).

Кластер II. В кластер вошли 18 селекционных номеров. В эту группу выделили все сорта селекции США, Португалии, Франции, несколько сортов Украины, Китая, Канады. Большая часть сортов и селекционных образцов (61,6 %) относится к виду *M. sativa*. Имеются *M. varia*, *M. falcata*. Средняя продуктивность – 5,78 г/раст. с коэффициентом вариации 15,9 % и пределами внутригруппового варьирования $lim=4,9-8,23$ г/раст. Средняя ежегодная гибель растений составляла 8,4 % с пределами колебания 6,7-10,7 %. Средняя зимостойкость 74,9 % с пределами варьирования 68-80%. Наибольшей семенной продуктивностью ($lim = 6,23-8,23$ г/раст.) характеризовались сорта *S. Scandia* (США), Местная (Португалия), Зарница (Украина), Cassack (США).

Кластер III. К этой группе отнесены сорта селекции Камалинская 530 (Россия, В.-Сибирь), венгерский сорт AU-PX, Вега 87 (Московская область), Таежная (Иркутская область), Ellerslaie 1 (Канада). Сорты относятся к виду *M. varia* за исключением AU-PX, относящегося к *M. sativa*. Средняя продуктив-

ность 18,09 г/раст. с коэффициентом вариации $C_v=7,7\%$ и пределами колебания $\lim = 16,23-20,13$ г/раст. Средняя зимостойкость 83,2 %, колеблющаяся в пределах $\lim = 79,2-87,0\%$. Средняя ежегодная гибель растений составляла 5,6% и пределами колебаний $\lim = 4,3-6,9\%$. Особо необходимо отметить сорт *Ellerslaie 1* (Канада), формирующий в условиях опыта наивысшую продуктивность, но при этом обладающий недостаточной устойчивостью (зимостойкость – 82,0 %, средняя ежегодная гибель – 6,0 %).

Кластер IV. В него вошел только один сорт, значительно отличающийся от всех изученных – *Vela* (Дания). Он характеризовался наименьшей зимостойкостью (61 %), наибольшей среднегодовой гибелью (13,0 %), но наиболее высокой среди изученных образцов семенной продуктивностью (22,73 г/раст.).

Кластер V. В эту группу вошли три сорта прибалтийской (*Йыгева 118*) и шведской селекции (*Alfa*, *Alfa II*), а так же местная форма из Китая. Средняя продуктивность по группе 18,9 г/раст. в пределах колебаний $\lim = 16,57-22,10$ г/раст. Сорта относятся к видам *M. varia* и *M. sativa*. Средняя зимостойкость 77,7 %, колеблющаяся в пределах $\lim = 76,0-80,2\%$. Средняя ежегодная гибель растений составляла 7,4 % в пределах колебаний $\lim = 6,6-8,0\%$. Наибольшая семенная продуктивность отмечена у сорта *Alfa II* (Швеция) 22,1 г/раст. При среднегодовой гибели растений 7,8 % и невысокой зимостойкости – 76,5 %.

Результаты анализа позволили выделить сорта и селекционные образцы с высокой семенной продуктивностью. Для дальнейшего изучения взяты образцы, вошедшие в кластеры III, IV, V: Камалинская 530 (В.-Сибирь), AU-PX (Венгрия), Вега 87 (Московская область), Таежная (Иркутская область), *Ellerslaie 1* (Канада), *Йыгева 118* (Эстония), *Alfa* (Швеция), *Alfa II* (Швеция), Местная из Китая (к-32865) и сорт *Vela* (Дания). Эти образцы использовались как наиболее перспективные для дальнейшего изучения по способности к автотриппингу, самофертильности для создания исходного материала и включения в процесс селекции сортов с высокой семенной продуктивностью в условиях Среднего Урала.

3.2 Формирование теоретических и практических подходов к оценке самофертильности исходного материала для селекции люцерны

В целях решения селекционных задач с люцерной одним из основных вопросов является возможность повышения уровня самофертильности и отбора лучших форм по этому признаку. Для этого в первую очередь необходимо выявить способность исходного материала к самоопылению, уточнить долю в изучаемых популяциях самофертильных форм [Дзюбенко, Швытов, 1998; Ткаченко и др., 2008 б].

Для оценки самофертильности в 1994-1996 гг. по признакам «самосовместимость», понимаемом как % особей модельной популяции селекционного образца способных завязывать семена при индуцированном самоопылении и «завязываемость семян в бобе», понимаемом как количество жизнеспособных семян, сформированных в бобе при различных способах опыления, было изучено 10 селекционных номеров. Эти номера были выделены в предыдущих исследованиях, как обладающие наибольшей семенной продуктивностью в сравнении со стандартом.

Для этого путем высадки рассады формировали питомник испытания с индивидуальным размещением растений с площадью питания 70×70 см. Исследования проводили на 40 растениях (создавалась модельная популяция). Перед цветением на каждом растении с использованием изолятора (чехла) из марли изолировали по 10 основных стеблей.

На 5 стеблях проводили исследования с принудительным вскрытием цветков. Для этого на изучаемых стеблях оставляли по 10-15 соцветий с распустившимся, но не вскрытыми цветками. Лишние цветки в соцветиях, на которых проводили триппинг, удаляли.

Для вскрытия цветков нажимали на их основание («лодочку») чистой тонкой металлической спицей (разогнутая канцелярская скрепка). Для вскрытия одного цветка использовали одну спицу, во избежание случайного заноса чужеродной пыльцы. Повторное использование спиц производилось после их обработки 96 % спиртом. На 5 стеблях проводили исследования без принудительного вскры-

тия цветков (стебли находились под марлевыми изоляторами до момента полной спелости семян).

На оставшихся стеблях проводили изучение завязываемости семян при свободном переопылении. При полном созревании семян проводили сбор сформированных бобов и подсчет количества сформированных полноценных семян в бобах на всех трех вариантах опыления. Анализ полученных данных по оценке самофертильности сортов и селекционных образцов в 1994-1996 гг. позволил установить, что в составе всех модельных популяций содержатся особи, как способные к самоопылению, так и самонесовместимые. Причем их количество в различных образцах было неодинаковым (табл. 3.6).

Таблица 3.6 – Доля особей, способных к самоопылению (самосовместимых), в модельных популяциях при использовании различных способов самоопыления в сравнении с свободным переопылением в условиях полевой культуры, %(1994-1996 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | При искусственном триппинге | | Без искусственного триппинга | | Свободное переопыление | |
|------------------------------|-----------------------------|-------|------------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| | М | Cv, % | М | Cv, % | М | Cv, % |
| Красноуфимская 6 (st) | 12,5 | 40,0 | 11,7 | 44,6 | 98,3 | 2,9 |
| Вега 87 | 45,0 | 25,5 | 40,0 | 27,2 | 100,0 | 0,0 |
| Ellerslaie 1 | 64,2 | 19,2 | 62,5 | 14,4 | 97,5 | 2,6 |
| Vela | 64,2 | 16,2 | 65,0 | 13,9 | 98,3 | 2,9 |
| Йыгева 118 | 54,2 | 14,8 | 52,5 | 19,0 | 99,1 | 1,5 |
| Местная из Китая (к-32865) | 25,8 | 55,9 | 31,7 | 40,5 | 98,3 | 1,5 |
| Таежная | 25,8 | 31,1 | 21,7 | 24,0 | 100,0 | 0,0 |
| AU-PX | 55,0 | 19,8 | 55,8 | 12,9 | 100,0 | 0,0 |
| Alfa II | 64,2 | 22,8 | 62,5 | 21,2 | 100,0 | 0,0 |
| Alfa | 60,0 | 21,7 | 59,2 | 24,4 | 100,0 | 0,0 |
| Камалинская 530 | 43,3 | 28,5 | 37,5 | 17,6 | 98,3 | 2,9 |
| НСР ₀₅ | 15,4 | | 13,9 | | F _r < F _{0.05} | |

Примечание – М – среднее значение; Cv, % – коэффициент вариации

Наименьшая доля особей, способных к инцухту, то есть к завязыванию семян в процессе самоопыления, как с искусственным вскрытием цветков, так и без него, отмечена у сортов Красноуфимская 6, Местная из Китая (к-32865), Таежная.

Сорта Ellerslaie 1, Vela, Alfa II имели в своем составе 62,5-64,2 % особей, способных завязывать семена при самоопылении и могут являться потенциаль-

ными генетическими источниками для селекции на самосовместимость и создания сортов с высокой долей самоопыления.

По количеству растений, способных к самоопылению с использованием различных методов опыления, можно судить о количестве фертильных особей при свободном опылении. Установлена тесная положительная связь между долей (%) фертильных растений при самоопылении и количеством фертильных растений в условиях свободного опыления, подтвержденная сильной корреляцией рангов ($r_s = 0,705-0,938$).

Оценка влияния различных факторов на признак самосовместимости, проведенная методом дисперсионного анализа, показала определяющую роль генотипа образцов по сравнению с другими факторами. Доля особей, способных к самоопылению в популяции, является признаком, наиболее сильно определяемым генетическими особенностями сортов, с долей участия в общей изменчивости резульативного признака «самосовместимость» на уровне $h^2_A = 77,7-82,1\%$.

Сила влияния погодных условий года исследований колебалась в пределах 6,9-9,4 %, а случайных факторов – 11,0-12,9 %. При этом доля влияния случайных факторов при самоопылении без искусственного триппинга была меньше по сравнению с искусственным триппингом (табл. 3.7).

Таблица 3.7 – Результаты дисперсионного анализа самосовместимости сортов и селекционных образцов люцерны при различных способах самоопыления в условиях полевой культуры (1994-1996 гг.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_f | $F_{0,05}$ | h^2_x |
|---|-------------------|---------|-----|-------|-------|------------|---------|
| Самосовместимость при искусственном триппинге, % | Общее | 12631,1 | 32 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 1186,7 | 2 | - | - | - | 9,4 |
| | Генотип сорта (A) | 9814,4 | 10 | 981,4 | 12,0 | 2,3 | 77,7 |
| | Случайное | 1629,9 | 20 | 81,5 | - | - | 12,9 |
| Самосовместимость без искусственного триппинга, % | Общее | 12055,7 | 32 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 833,0 | 2 | - | - | - | 6,9 |
| | Генотип сорта(A) | 9897,3 | 10 | 989,7 | 14,9 | 2,3 | 82,1 |
| | Случайное | 1325,4 | 20 | 66,3 | - | - | 11,0 |

Примечание. D – сумма квадратов отклонений (девианта); s^2 – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; $F_{0,05}$ – табличное значение $F_{0,05}$ – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h^2_x – сила влияния на резульативный признак ($h^2_{год}$ – сила влияния года пользования; h^2_A – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); $h^2_{случ}$ – сила влияния случайных факторов)

Оценка завязываемости семян в бобах при различных способах самоопыления в сравнении со свободным переопылением, показала, что отмечена тенденция большего формирования семян в бобах при искусственном триппинге по сравнению с вариантом без триппинга. В среднем по опыту с использованием искусственного вскрытия цветков в бобах завязывалось 1,26 шт./ боб, без триппинга 0,94 шт./ боб, а при свободном переопылении – 2,48 шт./ боб.

Наибольшее количество семян в бобах при различных способах самоопыления отмечено в сортах Ellerslaie 1 (1,26-1,69 шт./ боб), Vela (1,36-1,46 шт./ боб), Alfa II (1,32-1,41 шт./ боб), Alfa (1,37-1,46 шт./ боб), наименьшим – Красноуфимская 6, таежная, Камалинская 530 (табл. 3.8).

Таблица 3.8 – Завязываемость семян у сортов и селекционных образцов люцерны при различных способах самоопыления по сравнению со свободным переопылением в условиях полевой культуры (число семян в бобе, шт./боб.) (1994-1996 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | При искусственном триппинге | | Без искусственного триппинга | | Свободное переопыление | |
|------------------------------|-----------------------------|-------|------------------------------|-------|------------------------|-------|
| | М | Cv, % | М | Cv, % | М | Cv, % |
| Красноуфимская 6 (st) | 0,40 | 121,2 | 0,28 | 57,5 | 1,31 | 12,5 |
| Вега 87 | 0,96 | 6,2 | 0,95 | 25,8 | 2,32 | 24,0 |
| Ellerslaie 1 | 1,69 | 13,3 | 1,26 | 20,3 | 3,43 | 30,2 |
| Vela | 1,46 | 13,5 | 1,36 | 14,7 | 3,47 | 20,7 |
| Йыгева 118 | 1,02 | 17,8 | 0,94 | 8,9 | 2,45 | 25,7 |
| Местная из Китая (к-32865) | 0,92 | 14,1 | 0,88 | 12,2 | 1,96 | 4,6 |
| Таежная | 0,57 | 11,6 | 0,55 | 20,3 | 1,74 | 8,0 |
| AU-PX | 1,00 | 27,2 | 0,87 | 2,0 | 3,02 | 35,5 |
| Alfa II | 1,41 | 9,6 | 1,32 | 11,4 | 3,00 | 8,8 |
| Alfa | 1,46 | 31,3 | 1,37 | 11,0 | 2,79 | 11,9 |
| Камалинская 530 | 0,74 | 7,8 | 0,59 | 23,3 | 1,78 | 9,9 |
| НСР ₀₅ | 0,38 | | 0,26 | | 0,75 | |

Примечание – М – среднее значение; Cv, % – коэффициент вариации

Установлена тесная положительная связь, подтвержденная сильными корреляциями Спирмена, отмеченными во все годы проведения исследований, между количеством семян в бобе с искусственным триппингом и количеством семян в бобе без триппинга ($r_s = 0,853-0,959$); между количеством семян в бобе с искусственным триппингом и количеством семян в бобе при свободном переопылении

($r_s = 0,767-0,961$); количеством семян в бобе без триппинга и количеством семян в бобе при свободном переопылении ($r_s = 0,732-0,957$).

Количество самосовместимых особей в искусственных популяциях тесно связано с количеством семян, завязываемых в бобах не зависимо от способа опыления, что подтверждено сильными положительными корреляциями рангов Спирмена между процентом фертильных растений и количеством семян в бобе при опылении с искусственным триппингом ($r_s = 0,711-0,824$) и без использования искусственного триппинга ($r_s = 0,770-0,894$).

Дисперсионным анализом установлено, что завязываемость семян при обоих способах самоопыления и свободном переопылении, в первую очередь, достоверно определяется генотипом сорта, а затем остальными признаками ($h^2_A = 68,0-87,4$) (табл. 3.9).

Таблица 3.9 – Результаты дисперсионного анализа завязываемости семян у сортов и селекционных образцов люцерны при различных способах самоопыления и естественном переопылении в условиях полевой культуры (1994-1996 гг.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_f | $F_{0,05}$ | h^2_x |
|---|-------------------|------|-----|-------|-------|------------|---------|
| Завязываемость семян при искусственном триппинге, шт./ боб | Общее | 6,27 | 32 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 0,25 | 2 | - | - | - | 4,0 |
| | Генотип сорта (A) | 5,02 | 10 | 0,50 | 10,0 | 2,3 | 80,0 |
| | Случайное | 1,00 | 20 | 0,05 | - | - | 16,0 |
| Завязываемость семян без искусственного триппинга, шт./ боб | Общее | 4,56 | 32 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 0,10 | 2 | - | - | - | 2,1 |
| | Генотип сорта (A) | 3,98 | 10 | 0,40 | 16,7 | 2,3 | 87,4 |
| | Случайное | 0,48 | 20 | 0,02 | - | - | 10,5 |
| Завязываемость семян при свободном переопылении, шт./ боб | Общее | 23,2 | 32 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 3,5 | 2 | - | - | - | 15,0 |
| | Генотип сорта (A) | 15,8 | 10 | 1,58 | 8,0 | 2,3 | 68,0 |
| | Случайное | 3,9 | 20 | 0,20 | - | - | 16,9 |

Примечание. D – сумма квадратов отклонений (девианта); s^2 – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; $F_{0,05}$ – табличное значение $F_{0,05}$ – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h^2_x – сила влияния на результативный признак ($h^2_{год}$ – сила года пользования; h^2_A – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); $h^2_{случ}$ – сила влияния случайных факторов)

Наименее от условий года и случайных факторов зависел результативный признак «завязываемость семян без искусственного триппинга, шт./боб», соответственно $h^2_{год}=2,1\%$ и $h^2_{случ.}=10,5\%$.

Завязываемость семян при свободном переопылении в наибольшей степени зависела от случайных факторов ($h^2_{случ.}=16,9\%$) и условий года ($h^2_{год}=15,0\%$), что может быть связано, в первую очередь, с влиянием деятельности опылителей. Не установлено значительного превосходства метода самоопыления с искусственным открытием цветком по сравнению с инкутированием без триппинга (с использованием изоляторов).

Образование самоопыленных линий не зависело от способа их создания, с искусственным вскрытием или без него, а в основном определялось генотипом образцов. Доля участия в общей изменчивости результативного признака «самосовместимость» способа опыления составляла $h^2_A=0,1\%$, в то время как доля признака «генотип» – $h^2_B=79,1\%$, а доля условий года и случайных факторов, соответственно, $h^2_{год}=8,1\%$ и $h^2_{случ.}=12,1\%$ (табл. 3.10).

Таблица 3.10 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния способа самоопыления на изучаемые результативные признаки (1994-1996 гг.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_f | $F_{0,05}$ | h^2_x |
|--------------------------------|-------------------|---------|-----|--------|-------|------------|---------|
| Самосовместимость, % | Общее | 24714,1 | 65 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 1990,0 | 2 | - | - | - | 8,1 |
| | A | 27,4 | 1 | 27,4 | 0,4 | 8,6 | 0,1 |
| | B | 19556,8 | 10 | 1955,7 | 27,5 | 2,1 | 79,1 |
| | A × B | 154,9 | 10 | 15,5 | 0,2 | 2,6 | 0,6 |
| | Случайное | 2985,0 | 42 | 71,1 | - | - | 12,1 |
| Завязываемость семян, шт./ боб | Общее | 11,1 | 65 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 0,9 | 2 | - | - | - | 8,3 |
| | A | 0,2 | 1 | 0,2 | 8,8 | 4,1 | 1,9 |
| | B | 8,7 | 10 | 0,9 | 35,7 | 2,1 | 78,7 |
| | A × B | 0,2 | 10 | 0,02 | 0,8 | 2,6 | 1,7 |
| | Случайное | 1,0 | 42 | 0,02 | - | - | 9,3 |

Примечание. Фактор А – «способ самоопыления» (с использованием искусственного триппинга, без использования искусственного триппинга); Фактор В – «генотип» (11 селекционных образцов). D – сумма квадратов отклонений (девианта); s^2 – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; $F_{0,05}$ – табличное значение $F_{0,05}$ – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h^2_x – сила влияния на результативный признак ($h^2_{год}$ – сила года пользования; h^2_A – способа самоопыления (организованный) h^2_B – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); $h^2_{случ.}$ – сила влияния случайных факторов).

Доля участия в общей изменчивости результативного признака «завязываемость семян» фактора «способ опыления» невысока, с силой его влияния $h^2_A = 1,9$ %. Однако, нулевую гипотезу его достоверного влияния необходимо отвергнуть ($F_f = 8,8$, $F_{0,05} = 4,1$). Вместе с тем, незначительность его участия в общей дисперсии позволяет нам в дальнейшей работе им пренебрегать. Наибольшая сила влияния, как и в предыдущем случае, принадлежит генотипу $h^2_A = 78,7$ %, условиям года – $h^2_{\text{год}} = 8,3$, а случайным факторам – $h^2_{\text{случ}} = 9,3$ %.

Таким образом, в селекционной работе на повышение семенной продуктивности люцерны, основанной на использовании самофертильности, с учетом эволюционного и экологического значения систем размножения этой культуры, основные усилия необходимо сосредоточить на поиске и создании исходного материала с высокой долей в популяции самофертильных форм и широкого их использования.

В распоряжении науки и практики Среднего Урала имеются сорта и селекционные образцы люцерны, полученные в результате аналитической селекции и созданные в процессе гибридизации, обладающие высокой самофертильностью. Особое внимание необходимо обратить на сорта Ellerslaie 1, Vela, Йыгева 118, Alfa II, Alfa как источники высокой самосовместимости.

В селекционном процессе можно исключать самоопыление с искусственным триппингом цветков, как не доказавшее своего преимущества. Для эффективного самоопыления достаточно изоляции кустов растений у образцов, склонных к самоопылению. Получение этих данных позволяет в дальнейшем упростить и удешевить получение самоопыленных линий люцерны.

3.3 Техника гибридизации при создании нового исходного материала

На следующем этапе отбор как метод ушел на второй план. В основу была положена организация исследований по контролируемому скрещиванию.

Работа по гибридизации была направлена на несколько основных направлений, основной целью которой было создание и накопление нового селекционного

материала, создание банка гибридов для формирования в дальнейшем сложногибридных популяций и синтетиков:

1. Повышение зимостойкости селекционных образцов – источников высокой семенной продуктивности путем скрещивания их с более зимостойкими формами.
2. Закрепление в потомстве признака высокой самофертильности.
3. Создание самоопыленных линий на основе образцов, обладающих высокой самофертильностью.

Имеется несколько методов проведения работы по гибридизации люцерны.

Мы применяли метод, описанный И.К. Ткаченко и Б.С. Зинченко (1975) с некоторыми усовершенствованиями.

Программу скрещиваний составляли зимой. Суть метода заключается в сборе пыльцы с отцовских форм и эффективном нанесении ее на рыльце пестика материнских растений. Работу по скрещиванию начинали после раскрытия первых бутонов. На отобранных соцветиях материнских растений оставляли по 15-25 цветков. Гибридизацию проводили без кастрации. С отцовских растений проводили сбор пыльцы следующим образом: отбирали распутившиеся, но раскрытые цветки, которые визуально ординировали по отсутствию тычиночной колонки, выброшенной на верхние лепестки («парус»). Одновременно с этим удаляли раскрывшиеся, засохшие, а так же лишние, мешающие работе по нанесению пыльцы цветы.

Сбор пыльцы осуществляли путем надавливания на основание лодочки цветка тупой деревянной лопаточкой или специально изготовленным приспособлением, состоящим из спички и кусочка бархатной бумаги размером 4/4 мм, закрепленным на спичке [Ткаченко и др., 2005]. Выбрасываемая колонка ударяет о лопаточку, оставляя на ней свою пыльцу. Пыльца собирается с нескольких растений, обычно не более 5-7 шт. Использование лопаточки или бархатистой бумаги темного цвета, сильно облегчает работу. Затем лопаточкой с пылью открывают несколько цветков материнского растения, используя тот же прием, надавливая на лодочку цветка. Колонка, выбрасываемая материнским цветком, ударяется об ло-

паточку, пестик раздражается, пыльца прилипает к его рыльцу и происходит оплодотворение. На опыленные цветы подвешивается этикетка, на которой записывается время и дата скрещивания, а так же ставится подпись сотрудника, проводившего скрещивание. Опыленные растения укрываются марлевыми изоляторами, надеваемыми на металлический каркас.

После созревания семян проводили уборку: сбор бобов и семян с каждого отдельного растения, при этом урожай в бобах складывали в бумажные пакеты. Исследования показали, что только 25, 3-31,2 % опыленных цветков давали завязавшиеся бобы. Полноценные семена формировали не более 56,8 % бобов.

В период работы в 1996-2001 гг. создано более 7 400 гибридов, которые, послужили основой для дальнейшей селекции. К 2003 г. выделены наиболее ценные гибриды, обладающие максимальной самофертильностью. Этот исходный материал послужил дальнейшей основой для создания новых ценных селекционных форм и сортов.

3.4 Ускоренное создание селекционного материала

Для ускорения селекционного процесса в полевых условиях из 7 400 гибридов, полученных в предыдущих исследованиях, для дальнейшего изучения отобраны 74 биотипа с урожайностью от 12 до 42 г/ раст.

В полевых условиях отбирали по 10 растений из каждой сортопопуляции каждого биотипа и пересаживали в зимние теплицы на стеллажи ускоренной вегетации растений (СУВР) и культивировали в вегетационных сосудах. В контролируемых условиях изучали способность растений формировать семена при полной изоляции. Использовали индукционные лампы и 16 часовой световой день.

Результаты исследований элементов семенной продуктивности при обработке элементов технологии получения семян в СУВРах, показали, что в среднем по опыту в этих условиях возможно формирование 404,3 бобов на 1 растение ($C_v=83,1\%$), 1118,5 шт. семян на 1 растение ($C_v=83,1\%$), 2,5 семян в 1 бобе ($C_v=40,0\%$) и 1,8 г с 1 растения ($C_v=77,3\%$) (рис. 3.3).

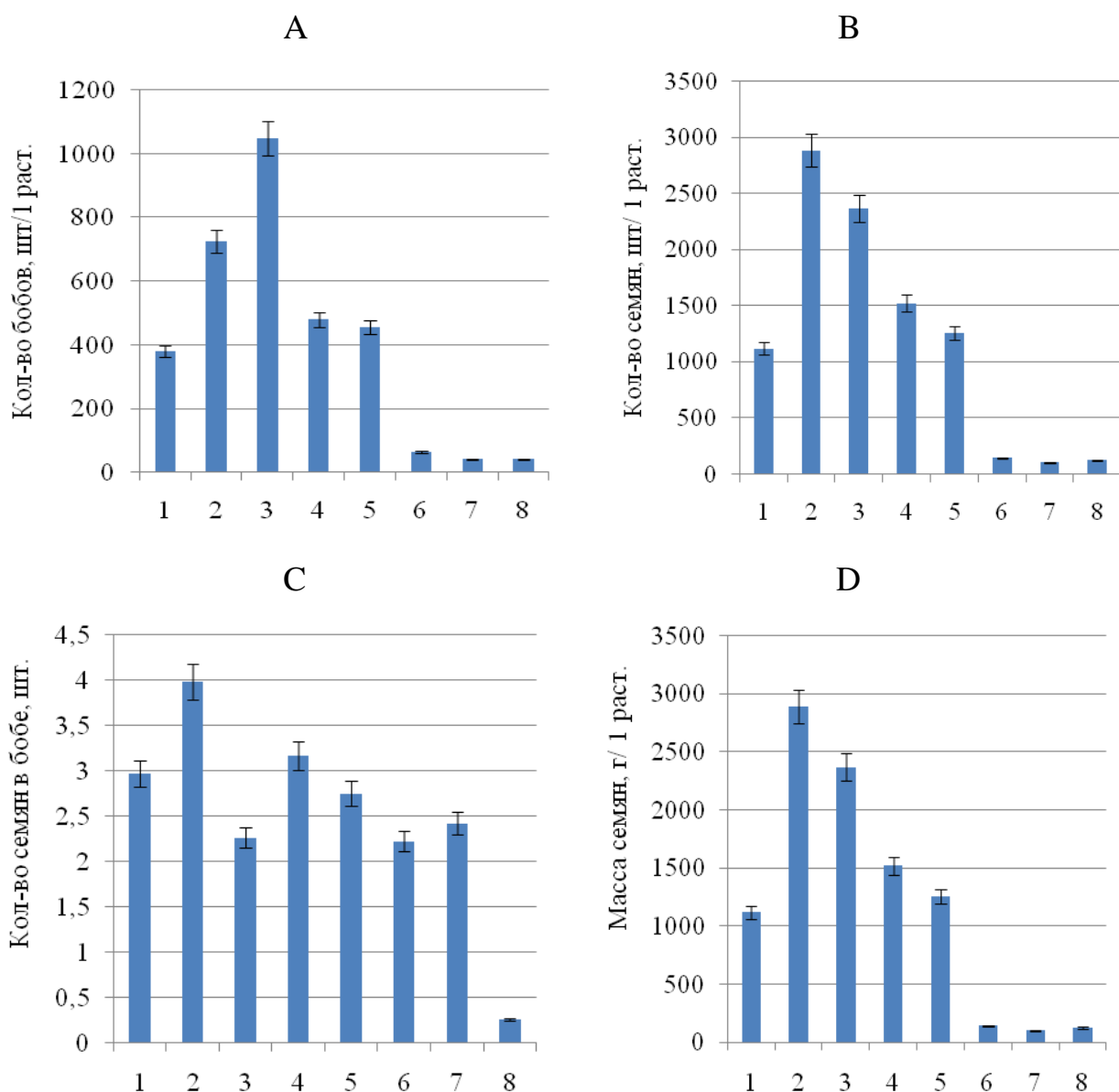


Рисунок 3.3 – Элементы семенной продуктивности растений люцерны при выращивании в СУВРах (2007-2008 гг.), где а – количество бобов на 1 растении, шт; б – количество семян на 1 растении, шт; с – количество семян в 1 бобе; d – масса семян с 1 растения: 1. Уралочка (st); 2. Сибирская 8 × 193-95(F₂); 3. РП196 × Сарга (F₂); 4. 193-95; 5. 192-92 (Уральский НИИСХ); 6. Белорусская (Беларусь); 7. Тулунская гибридная (Иркутская область)

Установлена тесная связь, подтвержденная сильной положительной корреляцией Спирмена между количеством бобов на 1 растении и количеством семян на 1 растении ($r_s=0,929$), массой семян с 1 растения ($r_s=0,951$). Установлена положительная, но не такая тесная зависимость, между количеством бобов на растении и количеством семян в бобе ($r_s=0,489$), количеством семян в бобе и количеством семян на 1 растении ($r_s=0,655$).

Наиболее низкая самофертильность отмечена у сортов Белорусская, Селена, Тулунская гибридная. Наибольшей самофертильностью и семенной продуктивностью отличались созданные нами гибриды РП 196×Сарга F₂, Сибирская 8 × 193-95, F₂. Линии 193-95 и 192-92 отличались тем, что, несмотря на невысокое количество сформированных бобов на растении, завязывали значительное число семян – 1252-1520 шт./ раст. за счет большой обсемененности бобов (2,75-3,17 шт./боб).

Дальнейшие исследования самофертильности растений в условиях защищенного грунта в теплых теплицах и формирование семенной продуктивности в условиях изоляции позволили выделить 27 лучших гибридов, которые были размножены черенками и на их основе созданы линии, возделываемые в условиях полевой культуры (рис. 3.4).

Особенно выделялись по самофертильности линии и гибриды: Сибирская 8 × 193-95, РП 196/1300 × Сарга, Находка × 193-95, 20-89 Н, 30-1, Vela x Сарга, Ellerslaiel 1 x 20-89Н, 30-1, 192-92.

Сопряженные исследования самофертильности в условиях СУВРов и полевыми опытами показали высокую положительную связь между процентом завязываемости бобов в защищенном грунте и завязываемостью бобов в полевых условиях ($r_s=0,867$), массой семян с 1 растения в СУВРе и аналогичным показателем в поле ($r_s=0,906$).

Несколько в меньшей степени, но достаточно тесно, были связаны показатели формирования семян в СУВРе и в полевых условиях. Это подтверждено корреляцией рангов средней силы, между количеством сформированных семян на одном растении в поле и количеством семян в бобе в СУВРе ($r_s=0,753$), завязываемостью бобов в полевых условиях и количеством семян в бобе в СУВРе ($r_s=0,779$).

Таким образом, комплексная работа по скрещиванию, созданию гибридов, получению самоопыленных линий с высокой степенью самофертильности на основе широкого генетического материала различного географического происхождения в условиях полевой культуры и установок ускоренной вегетации растений, позволила выделить большое количество образцов.

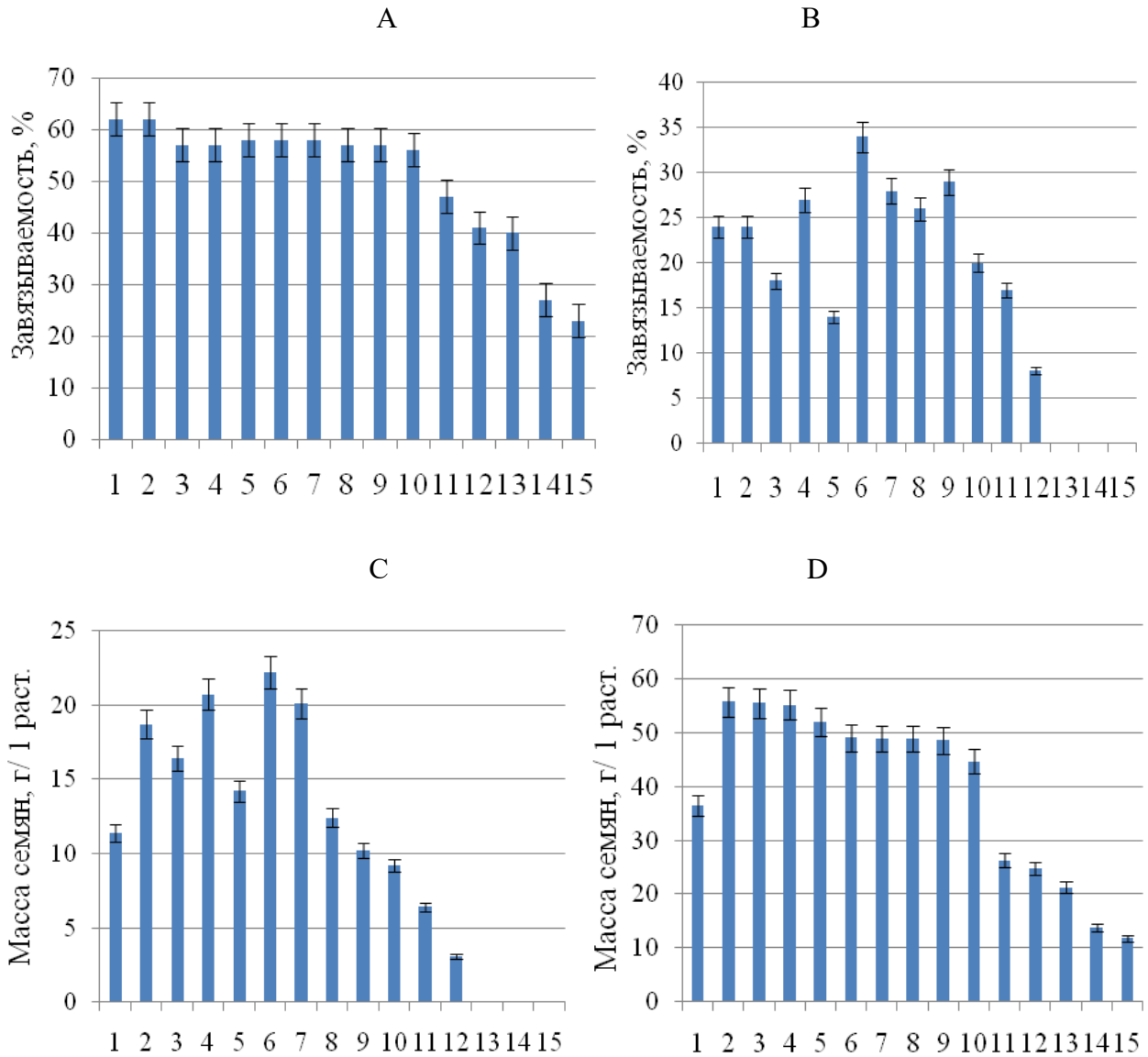


Рисунок 3.4 – Показатели семенной продуктивности семенных растений люцерны при выращивании в СУВР и в условиях полевой культуры (2008-2010 гг.)

А – завязываемость бобов при выращивании в СУВРах; В – завязываемость бобов при выращивании в поле; С – масса семян с одного растения при выращивании в СУВРах; D – масса семян с одного растения при выращивании в поле.

1. Сарга (st); 2. 20-89Н; 3. 192-92; 4. РП196/1300×Сарга; 5. Ellerslaiel 1 x 20-89Н; 6. Сибирская 8 × 193-95; 7. Находка × 193-95; 8. Уралочка; 9. 30-1; 10. Vela × Сарга; 11. 27-86 (Уральский НИИСХ); 12. Артемида (Саратовская обл.), 13. Селена (Московская обл.); 14. Тулунская гибридная (Иркутская обл.), 15. Белорусская (Беларусь)

Эти новые формы послужили источниками для создания сложногибридных популяций (СГП), сортов на их основе и нового исходного материала, который был включен в систему селекционных питомников и питомников конкурсного

сортоиспытания, поскольку окончательную оценку и отбор наиболее ценных комбинаций можно провести только при полевой оценке.

Важнейшей задачей для селекции люцерны на семенную продуктивность в условиях Среднего Урала является использование самофертильных форм. Формирование сложногогибридных популяций с включением их в селекционный процесс является основой для создания сортов с устойчивой урожайностью семян.

**ГЛАВА 4 ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ПРИЗНАКОВ И СВОЙСТВ
СОЗДАННОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ЛЮЦЕРНЫ
ИЗМЕНЧИВОЙ НА ПРИНЦИПАХ ПОВЫШЕНИЯ
САМОФЕРТИЛЬНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
МЕТОДОВ ОТБОРА НА СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ
В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО УРАЛА**

Оценка вновь созданного селекционного материала в полевых селекционных питомниках является одним из основных этапов селекционного процесса. Испытание многолетних культур отличается значительной сложностью по сравнению с однолетними, поскольку требуется проведение многолетних опытов. Многие факторы обладают кумулятивным эффектом (например, возраст растений, погодные условия, средние температуры), что сильно сказывается на результатах исследований и их интерпретации [Эллиот, 1961].

Применительно к люцерне, как кормовой культуре, достигающей своего нормального развития на второй, а иногда и третий год жизни, необходимо многолетнее изучение, как урожая кормовой массы, так и особенно семенной продуктивности. Полевые условия каждого региона способствуют элиминации генотипов, обладающих наименьшей устойчивостью, что позволяет провести браковку худшего и выделение лучшего селекционного материала для дальнейшей селекции [Ткаченко и др., 2005; Fasoula, Tokatlidis, 2012; Думачева, Чернявских, 2014; Чернявских, 2016].

Особенно это важно в регионах с коротким вегетационным периодом, связанным с недостатком тепла, что делает наиболее важными критерии зимостойкости и сопряженные с ней элементы продуктивности [Шамсутдинов и др., 1999; Fairey et al., 2003].

В двух циклах селекционных опытов нами проведено экологическое, анатомо-морфологическое, биохимическое изучение вновь созданных форм люцерны изменчивой для оценки новых признаков и свойств для выявления материала, об-

ладающего наиболее ценными хозяйственными свойствами, в первую очередь по признакам, связанным с высокой семенной продуктивностью.

4.1 Оценка семенной продуктивности созданных селекционных образцов люцерны изменчивой с высокой самофертильностью

Селекционный питомник № 1 (СП 1). В селекционном опыте в период 2005-2008 гг. оценивали 25 образцов по признакам: зимостойкости, скороспелости, длины стеблей растений и урожайности семян. Образцы показали различную степень варьирования по этим показателям. В среднем по опыту за изучаемый период времени зимостойкость селекционных образцов составила 84,0%, колебалась в пределах 78,5-89,4 % и была достоверно ниже стандарта, сорта Сарга, на 5,4 %.

Семенная продуктивность колебалась в пределах 129,8-641,3 г/10 м² и в среднем по опыту составляла 366,7 г/10 м² с варьированием Cv=59,8 %. Результаты исследований по годам приведены в приложениях Б.1-Б.4.

Для дальнейшего изучения и оценки приняты селекционные образцы, превосходящие остальные на величину стандартного отклонения, рассчитанного по признакам зимостойкости и семенной продуктивности в целом по опыту. Таким образом, 8 новых созданных селекционных образцов оценивали в сравнении с районированными сортами Сарга (st) и Уралочка.

Результаты исследований показали, что селекционные образцы по величине зимостойкости находились на уровне стандарта. Наименьшей зимостойкостью обладала форма 193-95з. Новый селекционный материал характеризовался более коротким периодом вегетации от начала отрастания, до созревания семян. Достоверно по этому показателю превосходили стандарт селекционные образцы: 193-95, 27-86, 101-2, 1-3, 118-2, 30-1. Все изученные образцы, за исключением номера 193-95з, номера 1-3, сорта Уралочка, были на уровне стандарта или были ниже его с общей тенденцией уменьшения длины продуктивных стеблей растений в период созревания плодов (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Характеристика лучших селекционных образцов в СП 1 по признакам зимостойкости, продолжительности отрастания и высоты растений (2005-2008 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Зимостойкость, % | | | Продолжительность периода, отрастание-созревание семян, сут. | | | Длина стеблей перед уборкой на семена, см | | |
|------------------------------|------------------|--------|------|--|--------|------|---|--------|------|
| | М | ± к st | Cv,% | М | ± к st | Cv,% | М | ± к st | Cv,% |
| Сарга (st) | 89,4 | - | 4,7 | 152,8 | - | 2,3 | 77,8 | - | 8,0 |
| Уралочка | 89,2 | -0,2 | 5,6 | 150,5 | -2,25 | 3,3 | 77,9 | 0,1 | 6,8 |
| 20-89 Н | 89,0 | -0,5 | 3,8 | 152,0 | -0,75 | 2,6 | 74,9 | -2,9 | 12,0 |
| 27-86 | 87,6 | -1,8 | 5,4 | 150,5 | -2,25 | 4,7 | 75,1 | -2,6 | 6,0 |
| 193-95 | 88,7 | -0,7 | 5,2 | 149,8 | -3,00 | 5,0 | 77,4 | -0,4 | 13,9 |
| 30-1 | 88,2 | -1,2 | 5,9 | 152,8 | 0,00 | 3,6 | 76,0 | -1,7 | 11,3 |
| 101-2 | 88,5 | -0,9 | 5,4 | 149,5 | -3,25 | 3,3 | 72,1 | -5,7 | 10,2 |
| 193-95 з | 87,2 | -2,3 | 3,7 | 149,8 | -3,00 | 3,7 | 77,8 | 0,0 | 6,6 |
| 1-3 | 88,2 | -1,3 | 5,1 | 149,0 | -3,75 | 5,4 | 78,9 | 1,2 | 8,7 |
| 118-2 | 87,5 | -1,9 | 5,5 | 152,5 | -0,25 | 3,3 | 76,2 | -1,6 | 8,3 |
| В среднем по опыту (n=25) | 84,0 | -5,4 | 6,9 | 154,0 | 1,3 | 2,8 | 78,3 | 0,6 | 6,9 |
| НСР ₀₅ | 2,8 | | | 3,1 | | | 2,9 | | |

В целом по опыту отмечена тенденция снижения урожайности семян, начиная с первого года пользования к четвертому году пользования на 88,1 – 96,0 %. В среднем варьирование по годам колебалось в пределах Cv = 58,4-85,7 %. В среднем за 4 года исследований по семенной продуктивности можно отметить два селекционных номера: 20-89 Н и 27-86 (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Урожайность лучших сортов и селекционных образцов в СП 1 (2005-2008 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность семян, г /10 м ² | | | | | ± к st | Cv,% |
|------------------------------|---|-------|-------|------|-------|--------|------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | М | | |
| Сарга (st) | 881 | 625 | 857 | 105 | 617,0 | | 58,4 |
| Уралочка | 1012 | 500 | 679 | 86 | 569,3 | -47,8 | 67,8 |
| 20-89 Н | 1113 | 762 | 488 | 126 | 622,3 | 5,2 | 67,2 |
| 27-86 | 893 | 851 | 726 | 95 | 641,3 | 24,2 | 57,9 |
| 193-95 | 834 | 783 | 702 | 91 | 602,5 | -14,5 | 57,3 |
| 30-1 | 1000 | 595 | 654 | 95 | 586,0 | -31,0 | 63,6 |
| 101-2 | 1072 | 419 | 452 | 44 | 496,8 | -120,2 | 85,7 |
| 193-95 з | 965 | 510 | 566 | 91 | 533,0 | -84,0 | 67,1 |
| 1-3 | 905 | 512 | 679 | 36 | 533,0 | -84,0 | 69,1 |
| 118-2 | 965 | 348 | 721 | 107 | 535,3 | -81,8 | 71,4 |
| В среднем по опыту (n=25) | 639,4 | 360,7 | 410,7 | 56,2 | 366,7 | -250,3 | 65,4 |
| НСР ₀₅ | 250,0 | 224,6 | 223,7 | 33,7 | 194,1 | - | - |

Наибольшее продуктивное долголетие, оцененное по урожайности семян на 5 год жизни травостоев, отмечено у селекционных образцов 20-89 Н (126 г/ 10м²), 118-2 (107 г/ 10м²), сорта Сарга (105 г/ 10м²).

Изучение силы влияния различных факторов на изученные результативные признаки, проведенное методом однофакторного дисперсионного анализа по всем изученным селекционным образцам, показало, что нулевую гипотезу влияния сортовых особенностей сорта (генотипа сорта) ни по одному из признаков отвергать нельзя. Этим подтверждается важность генетической основы образцов.

Фактор «условия года» (возраст травостоев или его срок использования) в общей дисперсии варьирования результативных признаков занимал наибольшую долю ($h^2_{\text{год}} = 48,5-60,0 \%$). Наиболее значимо влияет генотип образца на результативный признак «длина стеблей перед уборкой на семена» ($h^2_A = 15,8 \%$), а доля генотипа – на результативный признак «урожай семян» $h^2_A = 36,1 \%$ (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – Результаты дисперсионного анализа селекционных признаков

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _f | F _{0.05} | h ² _x |
|--|-------------------|---------|-----|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Зимостойкость, % | Общее | 4218,7 | 99 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 2532,4 | 3 | - | - | - | 60,0 |
| | Генотип сорта(A) | 1403,7 | 24 | 58,5 | 14,9 | 1,7 | 33,3 |
| | Случайное | 282,6 | 72 | 3,9 | - | - | 6,7 |
| Продолжительность периода, отрастание-созревание семян, дней | Общее | 2884,9 | 99 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 1438,8 | 3 | - | - | - | 49,9 |
| | Генотип сорта(A) | 1106,7 | 24 | 46,1 | 9,8 | 1,7 | 38,4 |
| | Случайное | 339,9 | 72 | 4,7 | | | 11,8 |
| Длина стеблей перед уборкой на семена, см | Общее | 5208,2 | 99 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 3543,2 | 3 | - | - | - | 68,0 |
| | Генотип сорта(A) | 823,4 | 24 | 34,3 | 2,9 | 1,7 | 15,8 |
| | Случайное | 841,6 | 72 | 11,7 | - | - | 16,2 |
| Урожайность семян, г с 10 м ² | Общее | 8898086 | 99 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 4318726 | 3 | - | - | - | 48,5 |
| | Генотип сорта(A) | 3214705 | 24 | 133946 | 7,1 | 1,7 | 36,1 |
| | Случайное | 1364656 | 72 | 18953 | - | - | 15,3 |

Примечание. D – сумма квадратов отклонений (девианта); s² – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; F_{0.05} – табличное значение F_{0.05} – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h²_x – сила влияния на результативный признак (h²_{год} – сила влияния года пользования; h²_A – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); h²_{случ} – сила влияния случайных факторов

Отбор на зимостойкость, является адаптивным процессом, и у видов *MedicagoL.*, может повлечь за собой снижение семенной продуктивности как своеобразного компенсационного процесса. Возможность этого явления отмечалось в ранее проведенных популяционно-генетических исследованиях [Дзюбенко, 1995].

Наши исследования показали, что в условиях полевой культуры Среднего Урала имеется положительная зависимость между зимостойкостью образцов и урожайностью семян, подтвержденная положительными корреляциями Спирмена в различные годы исследований и в среднем за весь период проведения опытов ($r_s = 0,756 \dots 0,887$). Выявлено, что сорта и селекционные образцы, имеющие более короткий срок вегетации, имеют большую вероятность формирования высокого урожая семян по сравнению с образцами с длинным периодом вегетации, что подтверждено сильной отрицательной корреляцией между продолжительностью периода вегетации от отрастания до созревания семян и урожаем семян ($r_s = -0,772 \dots -0,781$).

Более низкие растения имеют вероятность формирования большего количества семян, по сравнению с более высокими, что подтверждается отрицательной корреляцией Спирмена между длиной генеративного стебля в период созревания плодов и урожаем семян ($r_s = -0,435 \dots -0,521$), при этом они потенциально более зимостойки. Корреляция между показателем зимостойкости и длиной стебля отрицательная средней силы ($r_s = -0,586 \dots -0,616$). Растения, имеющие более короткий период вегетации, потенциально имеют большую вероятность лучшей зимостойкости. Отрицательная корреляция Спирмена между зимостойкостью и продолжительностью периода отрастания – созревания средней силы ($r_s = -0,627 \dots -0,712$).

В целом, по комплексу признаков наибольшую ценность как источников признаков семенной продуктивности в условиях Среднего Урала по результатам селекционного опыта 2005-2008 гг. имеют селекционные номера 20-89Н, 27-86, а так же стандарт сорт Сарга, которые использовались в дальнейших скрещиваниях и создании сложногибридных популяций.

Селекционный питомник № 2 (СП2). Дальнейшее изучение сортов и селекционных образцов, обладающих высокой степенью самофертильности в условиях СУВР, проводилось в селекционном опыте в 2008-2011 гг.

Изучали 18 новых селекционных образцов, созданных на основе форм с наибольшей самофертильностью, отобранных из гибридных популяций, селекционных сортов, простых гибридов.

Данные по годам, по всем вариантам опыта и всем изучаемым признакам, представлены в приложениях Б.5-Б.10. Для анализа представлены селекционные образцы, обладающие наибольшей семенной продуктивностью и превосходящие по этому показателю все образцы на величину стандартного отклонения, в сравнении со стандартом – сортом Уралочка. Результаты наблюдений представлены на рис. 4.1. Установлено, что зимостойкость всех изученных образцов в среднем за три года исследований колебалась в пределах 90,3-97,0 %. Наименьшая зимостойкость 90,3 %, отмечена у отборов из сорта Артемида. Все изученные созданные селекционные образцы, за исключением 20-89 Н (97,0 %.), достоверно уступали стандарту по зимостойкости.

Внутрипопуляционная изменчивость сортов, линий, гибридов за 3 года была невысокой, составляла в среднем по опыту $C_v=2,7\%$ и колебалась в пределах отдельных образцов в пределах $C_v=1,8-3,7\%$. Средняя длина стебля в период плодоношения в целом по опыту варьировала от 74,6 см у селекционного образца 20-89 Н до 98,5 см у селекционного образца 193-95, и составляла в среднем по опыту 86,0 см с коэффициентом вариации $C_v=17,7\%$.

Наибольшей стабильностью высоты растений по годам характеризовался селекционный образец 193-95 ($C_v=4,1\%$ при средней длине стебля 98,5 см), а наименьшей – Vela × Сарга ($C_v=24,4\%$ при средней длине стебля 87,8 см).

Среднее количество продуктивных стеблей, сформированных на растениях, в среднем по опыту составляло 18,7 шт. и находилось на уровне стандарта, хотя имело тенденцию к снижению.

Наиболее продуктивные формы: 192-92, Находка × Сарга, Vela × Сарга, Сибирская 8×193-95, 20-89 Н, формировали достоверно меньшее количество продуктивных стеблей по сравнению со стандартом (в пределах 16,1-18,5 шт./1 раст.) с внутрисортным варьированием от $C_v=3,8\%$ у образца Находка × Сарга, до $C_v=25,3\%$ у образца 191-01 × 20-89 Н.

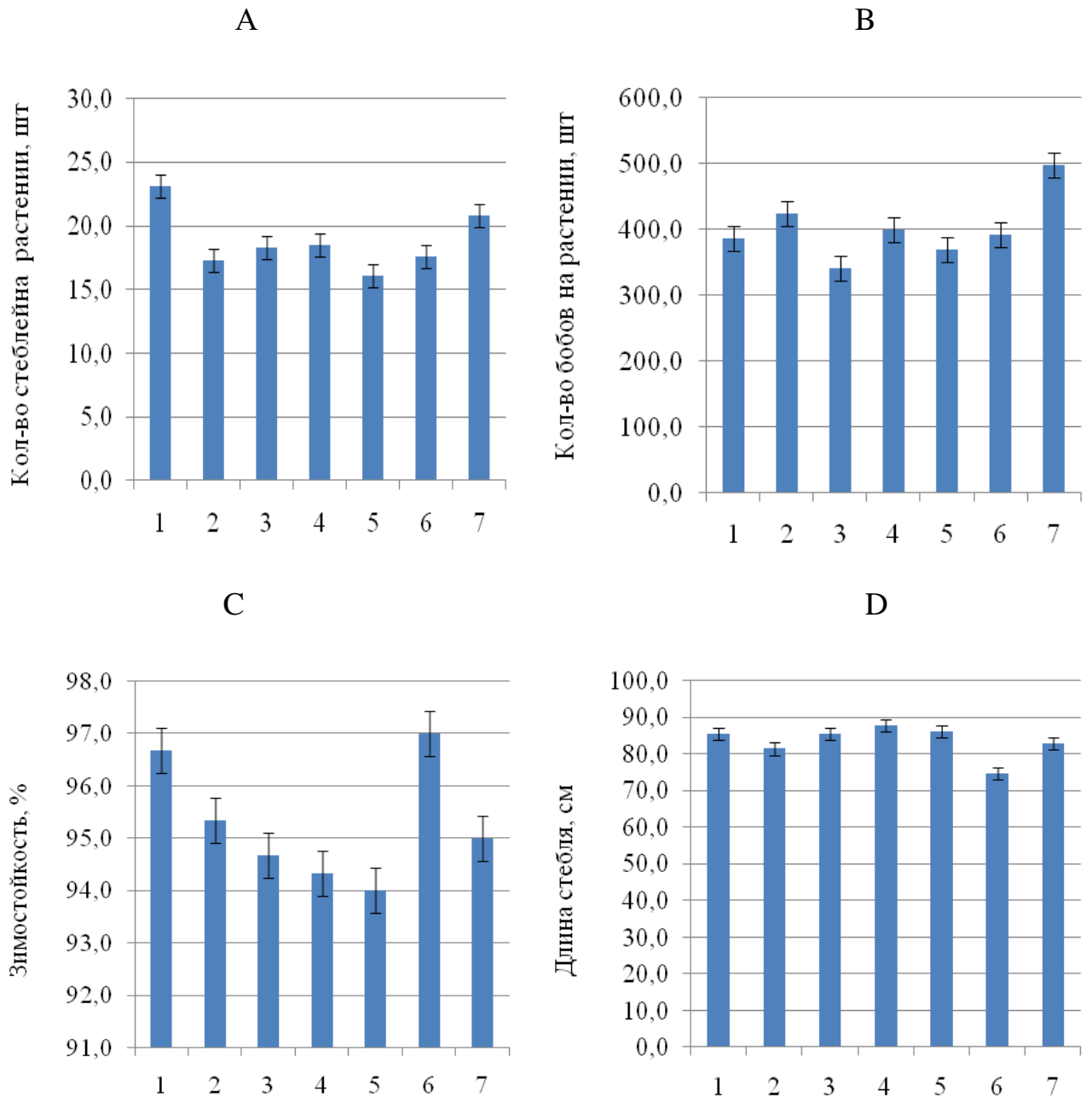


Рисунок 4.1 – Характеристика некоторых морфологических признаков лучших селекционных образцов в СП 2, в среднем за 2009-2011 гг.

Планки погрешности показывают величину стандартной погрешности.

А – количество стеблей на растении, шт; В – количество бобов на растении, шт; С – зимостойкость, %; Д – длина стеблей, см.

По оси ординат: величина изучаемого показателя; по оси абсцисс – сорта и селекционные образцы: 1. Уралочка (st); 2. 192-92; 3. Находка × Сарга; 4. Vela × Сарга; 5. Сибирская 8 × 193-95; 6. 20-89 Н.; 7. 191-01 × 20-89 Н

Наибольшее количество бобов на 1 растении формировал гибрид 191-01×20-89 Н - 497,1 боб/ раст., при $C_v=27,9$ %. Семенная продуктивность 1 расте-

ния в целом по опыту в различные годы варьировала от 3,4 до 41,1 г/раст. и в среднем за 3 года – от 8,2 до 22,4 г/ раст. (приложение Б.6).

Селекционные образцы, имеющие семенную продуктивность выше стандартного отклонения в среднем по опыту, значительно не отличались друг от друга как в среднем за три года исследований, так и в отдельные годы.

Отмечено значительное варьирование признака семенной продуктивности 1 растения по годам с коэффициентом вариации в среднем по опыту $C_v=58,5\%$, а у отдельных наиболее продуктивных селекционных образцов – от $C_v=30,5\%$ до $C_v=78,1\%$ (табл. 4.4).

Таблица 4.4 – Динамика семенной продуктивности одного растения в СП 2 (2009-2011 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Масса семян с 1 растения (г) | | | | ± к st | Cv, % |
|------------------------------|------------------------------|------|------|------|--------|-------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | М | | |
| Уралочка (st) | 10,0 | 29,2 | 14,0 | 17,8 | - | 57,1 |
| 192-92 | 15,2 | 29,3 | 17,2 | 20,6 | 2,82 | 37,2 |
| Находка × Сарга | 15,2 | 25,0 | 15,4 | 18,5 | 0,75 | 30,5 |
| Vela × Сарга | 15,2 | 37,3 | 11,5 | 21,3 | 3,57 | 65,5 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 11,6 | 37,3 | 10,0 | 19,6 | 1,87 | 78,1 |
| 20-89 Н | 10,4 | 33,5 | 13,1 | 19,0 | 1,22 | 66,4 |
| 191-01 × 20-89 Н | 10,2 | 41,1 | 15,8 | 22,4 | 4,60 | 73,6 |
| В среднем по опыту (n=18) | 9,9 | 26,7 | 11,3 | 16,0 | -1,81 | 58,5 |
| НСР ₀₅ | 5,9 | 13,3 | 6,6 | 7,1 | - | - |

Урожайность семян наиболее продуктивных сортов и селекционных образцов в среднем за 3 года превосходил стандарт на 3,8-23,3 % (табл. 4.5).

Таблица 4.5 – Урожайность семян люцерны в СП 2 (2009-2011 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность семян, г/10 м ² | | | | ± к st | Cv, % |
|------------------------------|--|-------|-------|-------|--------|-------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | М | | |
| Уралочка (st) | 201 | 521 | 263 | 328,4 | - | 51,7 |
| 192-92 | 304 | 517 | 317 | 379,4 | 51,03 | 31,6 |
| Находка × Сарга | 303 | 437 | 282 | 340,8 | 12,45 | 24,6 |
| Vela × Сарга | 303 | 652 | 209 | 388,1 | 59,70 | 60,0 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 231 | 651 | 180 | 354,4 | 25,99 | 72,9 |
| 20-89 Н | 208 | 590 | 244 | 347,3 | 18,86 | 60,8 |
| 191-01 × 20-89 Н | 203 | 717 | 295 | 405,0 | 76,62 | 67,7 |
| В среднем по опыту (n=18) | 197,8 | 466,6 | 207,2 | 290,5 | 37,85 | 52,5 |
| НСР ₀₅ | 68,5 | 131,9 | 60,2 | 117,4 | - | - |

В среднем по опыту средняя урожайность семян селекционных образцов была ниже стандарта на 11,5 %. Наименьшей семенной продуктивностью характеризовались селекционные образцы: Исток (44,8 % от стандарта), Ellerslaie 1×Находка (72,7 % от стандарта), Популяция (65,7 % от стандарта), 193-95 (59,1 % от стандарта), Артемида (78,8 % от стандарта), РП 196/1300×Сарга (70,4 % от стандарта).

Дисперсионным анализом однофакторных комплексов установлено, нулевую гипотезу о влиянии генетической основы изучаемых образцов (фактор генотип образца) необходимо отвергнуть на 5 % уровне значимости (табл. 4.6).

Таблица 4.6 – Результаты дисперсионного анализа селекционных признаков

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _f | F _{0,05} | h ² _x |
|--|-------------------|-----------|-----|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Зимостойкость, % | Общее | 333,6 | 53 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 237,0 | 2 | - | - | - | 71,0 |
| | Генотип сорта(А) | 84,3 | 17 | 5,0 | 13,7 | 2,0 | 25,3 |
| | Случайное | 12,3 | 34 | 0,4 | - | - | 3,7 |
| Длина стебля, см | Общее | 11941,5 | 53 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 8356,1 | 2 | - | - | - | 70,0 |
| | Генотип сорта(А) | 2064,8 | 17 | 121,5 | 2,7 | 2,0 | 17,3 |
| | Случайное | 1520,6 | 34 | 44,7 | - | - | 12,7 |
| Количество бобов на растении, шт. | Общее | 821949,1 | 53 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 299047,8 | 2 | - | - | - | 36,4 |
| | Генотип сорта(А) | 307884,3 | 17 | 18110,8 | 2,9 | 2,0 | 37,5 |
| | Случайное | 215017,1 | 34 | 6324,0 | - | - | 26,2 |
| Количество стеблей на растении, шт. | Общее | 657,1 | 53 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 184,0 | 2 | - | - | - | 28,0 |
| | Генотип сорта(А) | 241,8 | 17 | 14,2 | 2,1 | 2,0 | 36,8 |
| | Случайное | 231,3 | 34 | 6,8 | - | - | 35,2 |
| Масса семян, г/ раст. | Общее | 4834,9 | 53 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 3349,1 | 2 | - | - | - | 69,3 |
| | Генотип сорта(А) | 837,0 | 17 | 49,2 | 2,6 | 2,0 | 17,3 |
| | Случайное | 648,8 | 34 | 19,1 | - | - | 13,4 |
| Урожайность семян, г/10 м ² | Общее | 1274312,6 | 53 | - | - | - | 100,0 |
| | Год пользования | 837478,8 | 2 | - | - | - | 65,7 |
| | Генотип сорта(А) | 259972,7 | 17 | 15292,5 | 2,9 | 2,0 | 20,4 |
| | Случайное | 176861,2 | 34 | 5201,8 | - | - | 13,9 |

Примечание. D – сумма квадратов отклонений (девианта); s² – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; F_{0,05} – табличное значение F_{0,05} – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h²_x – сила влияния на результативный признак (h²_{год} – сила года пользования; h²_А – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); h²_{случ} – сила влияния случайных факторов)

Фактор «генотип» образца является одним из определяющих формирование семенной продуктивности в условиях Среднего Урала с силой влияния ($h^2_A = 20,4\%$), а так же признаков ее сопровождающих: зимостойкость, длину стебля, количество бобов на растении, количество стеблей на растении, массы семян с 1 растения.

Сила влияния фактора года, определяемого как его погодными условиями, так и возрастом травостоев и, следовательно, обладающим значительным накопительным эффектом более мелких факторов, которые трудно учесть, была различна для различных признаков и колебалась в пределах ($h^2_{год} = 28,0-71,0\%$). Менее всего от условий года зависели признаки «количество бобов на растении» ($h^2_{год} = 36,4\%$) и «количество стеблей на растении» ($h^2_{год} = 28,0\%$), которые определялись в значительной степени сортовыми особенностями (табл. 4.6).

Оценка взаимосвязей изучаемых признаков в среднем по опыту показала, что наиболее тесная зависимость, подтвержденная сильной положительной корреляцией Спирмена, существует между количеством бобов на растении и массой семян с растения ($r_s = 0,812$).

Имеется положительная связь, но не такая тесная, подтвержденная корреляциями различной силы, между количеством стеблей и массой семян на 1 растении ($r_s = 0,446$); количеством стеблей и количеством бобов ($r_s = 0,522$); урожаем семян и количеством стеблей на растении ($r_s = 0,481$); зимостойкостью и урожаем семян ($r_s = 0,468$).

Выявлена отрицательная связь между зимостойкостью и высотой растений ($r_s = -0,711$). Не установлено тесной связи между зимостойкостью и количеством стеблей ($r_s = -0,006$); зимостойкостью и количеством бобов ($r_s = 0,1702$).

В результате, проведенные в селекционных опытах 2005-2008 гг. и 2008-2010 гг. оценки позволили выделить наиболее перспективные образцы как исходный материал для селекции на семенную продуктивность и исходного материала для отбора форм с высокой самофертильностью. По комплексу признаков семенной продуктивности наибольшую ценность как источники признаков семенной продуктивности в условиях Среднего Урала имеют селекционные номера: 192-92;

Находка×Сарга; Vela×Сарга; Сибирская 8×193-95; 20-89 Н; 191-01×20-89 Н, 27-86. Районированные сорта Сарга и Уралочка остаются ценными источниками высокой семенной продуктивности и зимостойкости для условий Среднего Урала.

4.2 Оценка селекционной ценности исходных селекционных форм люцерны с высокой самофертильностью при вегетативном размножении

Совершенствование методов размножения и получения семенного материала от родителей с известными признаками и свойствами без их потери, является одной из важнейших задач селекционной практики и науки. Часто, носители необходимых признаков и свойств представлены ограниченным числом экземпляров, в связи с чем, их эффективное размножение до необходимого количества, становится лимитирующим фактором селекции [Рожанская 2008; Рожанская и др., 2015].

Использование метода вегетативного размножения позволяет более точно копировать генотип материнских растений, что очень важно в селекционном процессе по созданию синтетических форм. Его использование позволяет наиболее быстро размножать исходные формы для получения необходимого количества исходного семенного материала. В связи с этим семенная продуктивность вегетивно размноженных форм в зависимости от генотипа образцов, является важнейшей информацией, способной определять дальнейшую стратегию селекционного процесса [Полюдина и др., 2005].

Селекционный питомник № 3 (СП 3). Для оценки способов вегетативного размножения самофертильных форм, полученных в защищенном грунте (СУВР) в полевых условиях и оценки их семенной продуктивности проведены 2 серии полевых исследований в условиях 2012-2021 гг. и 2017-2021 гг. Использовали два способа размножения исходных форм (нулевой генерации –g0):

а) пересадка в открытый грунт укорененных черенков, полученных от наиболее самофертильных особей (маточных растений) различных сортов и селекционных образцов;

б) в качестве контроля использовали пересадку в открытый грунт самих маточных растений показавших наибольшую самофертильность из различных селекционных образцов.

В условиях 2012-2021 гг. сорта и селекционные образцы показывали различную семенную продуктивность (приложение В.1).

На рисунке 4.2. представлены результаты исследований наиболее продуктивных образцов.

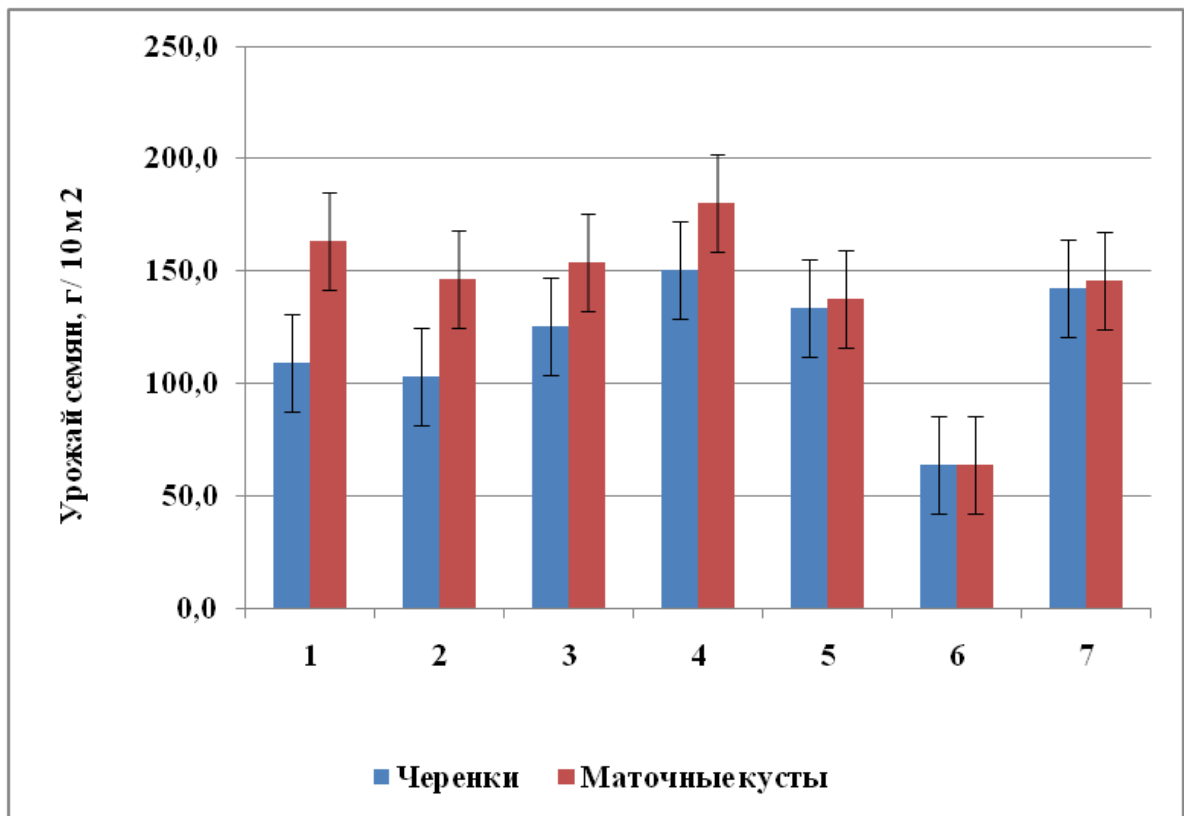


Рисунок 4.2 – Урожайность семян сортов и селекционных образцов люцерны с наибольшей самофертильностью, показанной на СУВР в условиях СП 3 при различных способах вегетативного размножения (2012-2021 гг.) (планки погрешностей показывают НСР₀₅).

По оси абсцисс – сорта и селекционные образцы: 1. Уралочка(st), 2. Находка × Сарга, 3. Vela × Находка, 4. Vela × Сарга, 5. Популяция ВС-08, 6. 193-95, 7. Сибирская 8 × 193-95

Выявлена тенденция более высокой семенной продуктивности маточных растений, по сравнению с укорененными черенками. Однако достоверная разница отмечена только у стандарта.

Наименьшей семенной продуктивностью при обоих способах размножения в среднем за изучаемый период характеризовался селекционный образец 193-95.

Важным селекционным показателем является продуктивное долголетие. В нашем случае продуктивное долголетие при семенном использовании травостоев мы оценивали по семенной продуктивности на 6-7 год жизни.

Результаты исследований показали, что наибольшую семенную продуктивностью на 6-7 год жизни сохранял сорт Уралочка (125-150 г/ 10 м² при размножении черенками и 161-186,1 г/ 10 м² при размножении маточными кустами), гибрид Находка × 193-95 (соответственно, 172-150 г/ 10 м² и 194,0-166,5 г/ 10 м²), популяция ВС-08 (соответственно 136-130,5 г/ 10 м² и 169,0-130,5 г/ 10 м²). При черенковом размножении выделились гибрид Vela × Находка (111,1-152,7 г/ 10 м²), Сибирская 8 × 193-95 (183,0-180,5 г/10 м²).

Для выявления доли влияния различных факторов на результативный признак «урожайность семян» провели оценку методом дисперсионного анализа. Его результаты приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния способа размножения и генотипа образца на урожайность семян люцерны в условиях СП 3(2012-2021 гг.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _f | F _{0.05} | h ² _x |
|--------------------------------------|-------------------|----------|-----|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Урожайность семян, г/ м ² | Общее | 293397,2 | 83 | | | | 100,0 |
| | Год пользования | 107905,8 | 5 | | | | 36,8 |
| | А | 11431,1 | 1 | 11431,1 | 7,9 | 4 | 3,9 |
| | В | 71983,6 | 6 | 11997,3 | 8,3 | 2,2 | 24,5 |
| | А×В | 8215,5 | 6 | 1369,3 | 0,9 | 3,7 | 2,8 |
| | Случайное | 93861,15 | 65 | 1444,0 | | | 32,0 |

Примечания: D – сумма квадратов отклонений (девианта); s² – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; h²_x – сила влияния на результативный признак;

А – фактор «Способ размножения» (укорененные черенки, маточные кусты). В – фактор «Генотип образца»

На формирование результативного признака «урожайность семян» год пользования травостоем оказывают сильное влияние (h²_{год}=36,8 %), при этом так же высока доля случайных факторов (h²_{случ}=32,0 %). Организованные факторы в

сумме оказывали существенное влияние, занимая в общей изменчивости резуль- тативного признака ($h^2_x=31,2\%$). Генотип образца оказывал достоверное влияние ($h^2_B=24,5\%$).

Несмотря на небольшую долю в общей изменчивости фактора «способ раз- множения» ($h^2_A=3,9\%$), нулевую гипотезу достоверности его силы влияния на ре- зультативный признак необходимо отвергать и пренебрегать необходимостью учитывать способ размножения для различных сортов нельзя.

Таким образом, при планировании работ по использованию различных спо- собов размножения в селекционном процессе необходимо учитывать фактор ге- нотипа образца. Каждый сорт, образец или отбор из него обладают индивидуаль- ными, часто неповторимыми особенностями, что делает их ценным материалом для дальнейшей селекции. В результате исследований установлена достоверная внутрисортовая разница по способам размножения только у образцов Уралочка (st) и Находка × Сарга.

Селекционный питомник № 4 (СП 4). Дальнейшее, более подробное и расширенное изучение способов размножения проведено в условиях селекцион- ного опыта закладки 2015 г. с оценкой в 2017-2021 гг., в котором с учетом преды- дущих исследований взяты для изучения не только урожайность семян, но и дру- гие признаки, связанные с качеством кормовой массы и семенной продуктивно- стью. Общие результаты приведены в приложениях В.2-В.11.

Результатами исследований установлено, что сохранена тенденция, отме- ченная нами в предыдущем опыте. В среднем по опытам не установлено значи- тельной разницы по урожайности СВ между способами размножения. В случае с маточными растениями урожайность в среднем по опыту составила $2,40\text{ кг}/10\text{ м}^2$, а в случае с размножением черенками – $2,35\text{ кг}/10\text{ м}^2$ при вариации урожайности между селекционными образцами в первом случае $C_v=25,5\%$, а во втором – $C_v=25,4\%$ (табл. 4.8).

Достоверная разница в зависимости от способа размножения установлена у стандарта – сорта Уралочка. Урожайность СВ при размножении маточными рас- тениями у него был больше на $28,5\%$. Разница остальных номеров была в преде-

лах ошибки опыта. Установлена тенденция большей урожайности при выращивании маточными растениями, чем черенками (на 5,63 %).

Таблица 4.8 – Урожайность СВ и семенная продуктивность сортов и селекционных образцов люцерны в условиях СП 4 при различных способах вегетативного размножения (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | УСВ, кг/10 м ² | | УС, г/10 м ² | | РУ | |
|---------------------------------------|---------------------------|-------|-------------------------|-------|-----|-------|
| | М | ±к st | М | ±к st | М | ±к st |
| Способ пересадки маточных растений | | | | | | |
| Уралочка (st) | 3,33 | - | 75,1 | - | 2,5 | - |
| 20-89 Н | 2,14 | -1,19 | 92,1 | 16,9 | 5,8 | 3,3 |
| Vela × Сарга | 3,58 | 0,25 | 70,7 | -4,4 | 2,2 | -0,3 |
| Vela × Находка | 2,00 | -1,33 | 113,1 | 37,9 | 7,0 | 4,4 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 2,03 | -1,30 | 82,1 | 7,0 | 4,5 | 1,9 |
| 193-95 | 2,12 | -1,21 | 96,3 | 21,2 | 5,5 | 2,9 |
| 101-2 | 2,31 | -1,02 | 93,3 | 18,3 | 5,1 | 2,6 |
| Популяция ВС-08 | 2,14 | -1,19 | 89,4 | 14,3 | 5,0 | 2,4 |
| 192-92 | 1,99 | -1,33 | 113,6 | 38,5 | 5,7 | 3,2 |
| НСР ₀₅ | 0,74 | | 32,2 | | 2,8 | |
| Способ посадки укорененными черенками | | | | | | |
| Уралочка (st) | 2,38 | - | 78,1 | - | 3,7 | - |
| 20-89 Н | 2,23 | -0,15 | 82,3 | 4,3 | 4,5 | 0,8 |
| Vela × Сарга | 3,06 | 0,68 | 86,7 | 8,6 | 4,0 | 0,3 |
| Vela × Находка | 1,94 | -0,44 | 116,3 | 38,2 | 6,9 | 3,1 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 2,51 | 0,14 | 88,7 | 10,7 | 4,3 | 0,5 |
| Находка × 193-95 | 1,18 | -1,20 | 65,0 | -13,1 | 6,0 | 2,3 |
| Артемиды | 2,49 | 0,11 | 74,6 | -3,4 | 4,8 | 1,1 |
| Находка × Сарга | 2,90 | 0,53 | 77,2 | -0,9 | 3,4 | -0,4 |
| Популяция ВС-08 | 2,14 | -0,24 | 87,5 | 9,4 | 5,4 | 1,6 |
| 30-1 | 2,68 | 0,30 | 109,2 | 31,1 | 4,7 | 1,0 |
| 101-2 | 1,76 | -0,66 | 86,0 | -21,1 | 6,8 | 0,5 |
| НСР ₀₅ | 0,71 | | 26,7 | | 2,2 | |
| НСР ₀₅ в среднем по опыту | 0,74 | | 30,8 | | 2,5 | |

Примечание: УСВ – урожайность СВ, кг/10 м²; УС – урожайность семян, г/10 м²; РУ – репродуктивное усилие; М – среднее значение

В этом опыте нами использован показатель репродуктивного усилия, прошедшего из экологии растений [Злобин, 2000], но часто используемый в селекции. Под ним понимается доля фитомассы, приходящейся на репродуктивные органы [Benton, Grant, 1999; Куркина, 2012]. Фактически – это доля энергии, используемая растением на размножение семенами. Нормы реакции каждого образца на

различные факторы может отличаться специфичностью, проявляемой в изменении морфологических показателей образования бобов, количества семян в бобе и в конечном итоге на доле семян в урожае общей фитомассы [Гусейнова, 2011]. В нашем случае мы определяли репродуктивное усилие по массе семян (урожайности семян). Среднее значение по способам размножения составляло при размножении маточными кустами – $4,81 \pm 1,16$ и черенками – $4,76 \pm 0,80$

Более подробное изучение по образцам показало, что они отличаются по этим показателям. Наибольшим репродуктивным усилием характеризуются селекционные образцы Vela×Находка, Находка×193-95, 193-95, 101-2, популяция ВС-08. Качественные характеристики люцерны имеют сложную природу, на которую помимо генетических особенностей селекционного материала огромное значение имеют факторы природно-антропогенного характера: засуха, кислотность почвы, частота и высота скашивания и др. [Tucaketal., 2021].

Сорта и селекционные образцы люцерны отличаются генетически обусловленным разнообразием накопления микро- и макроэлементов для стабилизации физиологических процессов в различных экотопах [Думачева, Ткаченко, 2010].

Данные по качественным показателям массы в разрезе сортов и селекционных образцов по каждому способу размножения приведены в таблице 4.9.

Наши исследования показали, что в размножении маточными растениями в среднем по опыту в сухой массе накапливалось $19,22 \pm 0,70$ % общего протеина, содержалось $0,79 \pm 0,01$ кормовых единиц, $14,41 \pm 0,51$ % переваримого протеина, $2,19 \pm 0,13$ % кальция, $0,266 \pm 0,008$ % фосфора, $1,572 \pm 0,099$ % калия. Эти показатели в варианте с размножением черенками, соответственно, составили: $18,44 \pm 0,25$ % общего протеина, $0,79 \pm 0,02$.кормовых единиц, $13,88 \pm 0,13$ % переваримого протеина, $2,12 \pm 0,14$ % кальция, $0,260 \pm 0,017$ % фосфора, $1,523 \pm 0,113$ % калия.

Наибольшим продуктивным долголетием, определяемым нами как урожайность семян на 6-7 год жизни, обладали при черенковом размножении гибрид Vela × Находка ($104,2-120,8$ г/ 10 м^2), популяция 30-1 ($162,5-100,0$ г/ 10 м^2). При размножении маточными кустами – сорт Уралочка ($150,2-120,8$ г/ 10 м^2) и гибрид Vela × Сарга ($100,3-97,9$ г/ 10 м^2).

Таблица 4.9 – Качество кормовой массы сортов и селекционных образцов люцерны в условиях СП 4 при различных способах вегетативного размножения (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Содержание в СВ | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | СП, % | ПП, % | КЕ | Са, % | Р, % | К, % |
| Способ пересадки маточных растений | | | | | | |
| Уралочка (st) | 18,3 | 13,96 | 0,77 | 2,09 | 0,265 | 1,552 |
| 20-89 Н | 18,5 | 13,76 | 0,76 | 2,20 | 0,269 | 1,610 |
| Vela × Сарга | 18,8 | 13,96 | 0,79 | 2,07 | 0,278 | 1,589 |
| Vela × Находка | 19,1 | 14,63 | 0,79 | 2,10 | 0,251 | 1,750 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 20,6 | 15,67 | 0,79 | 2,41 | 0,272 | 1,289 |
| 193-95 | 20,4 | 14,59 | 0,79 | 2,32 | 0,278 | 1,611 |
| 101-2 | 18,4 | 13,67 | 0,82 | 2,42 | 0,269 | 1,555 |
| Популяция ВС-08 | 19,1 | 14,69 | 0,81 | 2,04 | 0,266 | 1,628 |
| 192-92 | 19,8 | 14,77 | 0,78 | 2,09 | 0,247 | 1,472 |
| НСР ₀₅ | F _f <F _{0.05} | F _f <F _{0.05} | F _f <F _{0.05} | 0,24 | F _f <F _{0.05} | 0,191 |
| Способ посадки укорененными черенками | | | | | | |
| Уралочка (st) | 18,0 | 13,61 | 0,78 | 2,03 | 0,279 | 1,613 |
| 20-89 Н | 18,3 | 13,68 | 0,77 | 2,39 | 0,263 | 1,697 |
| Vela × Сарга | 18,3 | 13,76 | 0,80 | 2,27 | 0,266 | 1,775 |
| Vela × Находка | 18,1 | 14,03 | 0,78 | 1,98 | 0,244 | 1,648 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 18,3 | 13,71 | 0,77 | 1,79 | 0,278 | 1,582 |
| Находка × 193-95 | 19,0 | 13,96 | 0,80 | 2,23 | 0,237 | 1,382 |
| Артемиды | 18,3 | 13,93 | 0,82 | 2,27 | 0,274 | 1,577 |
| Находка × Сарга | 18,7 | 13,99 | 0,80 | 2,07 | 0,282 | 1,521 |
| Популяция ВС-08 | 18,6 | 14,11 | 0,81 | 2,05 | 0,263 | 1,475 |
| 30-1 | 18,8 | 14,02 | 0,77 | 2,10 | 0,217 | 1,446 |
| 101-2 | 19,3 | 14,62 | 0,77 | 2,33 | 0,258 | 1,753 |
| НСР ₀₅ | F _f <F _{0.05} | F _f <F _{0.05} | F _f <F _{0.05} | 0,21 | 0,038 | F _f <F _{0.05} |
| НСР ₀₅ в среднем по опыту | F _f <F _{0.05} | F _f <F _{0.05} | F _f <F _{0.05} | 0,26 | F _f <F _{0.05} | 0,199 |

Примечание СП – содержание протеина, %; ПП – содержание переваримого протеина, %; КЕ – содержание кормовых единиц; М – среднее значение

Дисперсионным анализом методом двухфакторного анализа с дальнейшим расчетом силы влияния различных факторов на изученные результативные показатели, что основное влияние на все изучаемые признаки, за исключением содержания калия в СВ, оказывает год использования травостоя $h^2_{\text{год}} = 31,7-79,4 \%$, что логично для многолетней культуры, которой является люцерна (табл. 4.10).

Доля случайных факторов, связанная с неучтенным в опыте влиянием сторонних воздействий, занимала так же большую часть общей дисперсии ($h^2_{\text{случ}} = 11,9-55,7 \%$).

Таблица 4.10 – Результаты дисперсионного анализа и оценки силы влияния различных факторов на изучаемые результативные признаки в СП 4 при изучении различных способов вегетативного размножения (2017-2021 гг.)

| Результативные признаки | Сила влияния, % | | | | | F _F /F ₀₅ | | |
|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----|-----|
| | h ² _{год} | h ² _{случ} | h ² _А | h ² _В | h ² _{АВ} | А | В | АВ |
| УСВ, кг /10 м ² | 68,6 | 12,3 | 0,4 | 15,1 | 3,6 | 0,4 | 4,5 | 1,1 |
| УС, г/10 м ² | 41,9 | 41,4 | 0,8 | 13,1 | 2,8 | 0,1 | 1,2 | 0,1 |
| РУ, % | 54,5 | 23,2 | 1,0 | 17,2 | 4,1 | 0,5 | 2,7 | 0,6 |
| ОБЛ, % | 79,4 | 16,9 | 0,1 | 2,7 | 0,9 | 0,0 | 0,6 | 0,1 |
| ОП, % | 47,1 | 42,2 | 3,8 | 3,9 | 3,0 | 1,0 | 0,2 | 0,1 |
| КЕ | 31,7 | 53,8 | 0,1 | 11,5 | 3,0 | 0,0 | 0,8 | 0,1 |
| ПП, % | 41,7 | 46,2 | 3,3 | 4,9 | 3,9 | 0,8 | 0,2 | 0,2 |
| Са, % | 69,2 | 11,9 | 1,2 | 4,8 | 12,9 | 1,1 | 1,5 | 4,0 |
| Р, % | 37,7 | 55,7 | 0,3 | 3,9 | 2,5 | 0,0 | 0,1 | 0,1 |
| К, % | 28,8 | 39,9 | 7,6 | 12,8 | 11,0 | 2,0 | 1,2 | 1,0 |

Примечание – h²_{год} – влияние года использования травостоя; h²_{случ} – влияние случайных факторов; h²_А – влияние способа вегетативного размножения (фактора А); h²_В – влияние генотипа сорта (фактор В); УСВ – урожайность СВ; УС – урожайность семян; РУ – репродуктивное усилие; ОБЛ – облиственность; ОП – содержание общего протеина в СВ; КЕ – содержание кормовых единиц в СВ; ПП – содержание переваримого протеина в СВ; Са – содержание кальция в СВ; Р – содержание фосфора в СВ; К – содержание калия в СВ.

Несмотря на небольшую долю участия в общей изменчивости результативных признаков генотипической составляющей сортов, нулевую гипотезу их влияния необходимо отвергнуть для следующих результативных признаков: урожайность СВ (h²_В=15,1 %), урожайность семян (h²_В=13,1 %), комплексный показатель репродуктивное усилие (h²_В=17,2 %), содержание кальция в сухой массе (h²_В=3,9 %), содержание кальция в сухой массе (h²_В=12,8 %).

Выявлено значительное влияние фактора «способ размножения» на результативные признаки: содержание общего протеина (h²_А=3,8 %), содержание кальция в сухом веществе (h²_А=1,2 %), содержание калия в сухом веществе (h²_А=7,6 %). Взаимодействие факторов оказывало наиболее сильное влияние только на признак содержание кальция в сухом веществе (h²_{АВ}=12,9 %) и содержание калия в сухом веществе (h²_{АВ}=11,0 %).

Установлены связи между различными признаками при выращивании черенками и маточными кустами, подтвержденные корреляциями Спирмена: сильная между урожайностью СВ при размножении черенками и маточными кустами

($r_s = 0,806$), сильная между облиственностью ($r_s = 0,805$), сильная между репродуктивным усилием ($r_s = 0,707$); средней силы между урожайностью семян ($r_s = 0,643$); слабая между содержанием общего протеина ($r_s = 0,381$); средней силы между содержанием кальция ($r_s = 0,643$); слабая между содержанием фосфора ($r_s = 0,455$) и калия ($r_s = 0,391$). Не выявлено тесной связи между признаками содержание кормовых единиц и переваримого протеина.

Таким образом, вегетативное размножение является надежным способом сохранения наиболее ценных сортов и селекционных образцов, оценки их семенной продуктивности в условиях полевой культуры и дальнейшее их размножение в питомниках. Способ вегетативного размножения не существенно влияет на проявление признаков, характерных для исходных форм. Нет прямой зависимости между основными признаками кормовой продуктивности, семенной продуктивности и качеством продукции между маточными растениями люцерны и растениями, полученными в результате укоренения, с этих же растений. Это величины вероятностные. В целом установлена тесная корреляционная связь между признаками кормовой продуктивности, семенной продуктивности, между содержанием кальция. Установлена слабая, но положительная связь между признаками содержания фосфора, калия, общего протеина. В целом, сорта и селекционные образцы Уральской селекции обладают сходным комплексом признаков, характеризующих кормовую продуктивность, семенную продуктивность, а так же качество продукции при вегетативном размножении. Наилучшей семенной продуктивностью при вегетативном размножении обладают гибриды Vela × Находка, Находка × Сарга, сорт Уралочка, селекции Уральского НИИСХ.

4.3 Оценка селекционной ценности поколений первого поколения у селекционных форм люцерны с высокой самофертильностью

Селекционный питомник № 3 (СП 3). В условиях СУВР с селекционных форм с наибольшей самофертильностью, принятых как исходные формы (нулевая генерация – g_0) получены семена последующего поколения (первая генерация –

g1), которые использовали для дальнейшей работы. Семена g1 высевали в полевых условиях селекционного питомника, для оценки по потомству и дальнейшей селекционной работы. Изучали семенную продуктивность в сравнении с сортом Уралочка, принятым за стандарт. Результаты исследований выявили, что семенное потомство различных образцов обладает неодинаковой семенной продуктивностью в условиях полевой культуры, как в различные годы, так и в среднем за период исследований. В среднем по опыту колебания урожайности составляли от 35,7-79,2 г/10 м² в неблагоприятном 2015 г., до 58,3- 245,8 г/10 м² в 2013 г. (табл. 4.11).

Таблица 4.11 – Семенная продуктивность селекционных образцов люцерны g1 в СП 3(2012-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность семян, г/ 10 м ² по годам исследований | | | | | | | ±к st |
|------------------------------|---|-------|------|-------|-------|-------|---------|-------|
| | 2012 | 2013 | 2015 | 2016 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Уралочка (st) | 175,0 | 181,9 | 52,7 | 125,0 | 125,0 | 130,0 | 131,6 | - |
| Находка × Сарга | 100,0 | 138,8 | 58,3 | 147,2 | 136,1 | 102,7 | 113,9 | -17,8 |
| Находка × 193-95 | 111,1 | 194,4 | 47,2 | 158,3 | 105,5 | 125,0 | 123,6 | -8,0 |
| Vela × Находка | 205,6 | 141,7 | 52,8 | 134,7 | 105,5 | 119,4 | 126,6 | -5,0 |
| Vela × Сарга | 126,2 | 241,3 | 67,9 | 249,0 | 130,1 | 91,2 | 151,0 | 19,4 |
| Популяция ВС-08 | 151,0 | 245,8 | 35,7 | 160,0 | 135,0 | 130,0 | 142,9 | 11,3 |
| 193-95 | 81,0 | 58,3 | 46,4 | 105,9 | 92,6 | 98,7 | 80,5 | -51,1 |
| 27-86 | 122,2 | 156,1 | 79,2 | 166,6 | 144,4 | 100,0 | 128,1 | -3,5 |
| Среднее по опыту | 134,0 | 169,8 | 55,0 | 155,8 | 121,8 | 112,1 | 124,8 | -6,8 |
| НСР ₀₅ | 41,0 | 61,0 | 13,5 | 42,7 | 18,3 | 15,6 | 37,4 | - |

В результате исследований выделились гибрид Vela×Сарга со средней урожайностью 151,0 г/10 м² и популяция ВС-08 со средней урожайностью 142,9 г/10 м². Селекционный номер достоверно уступал стандарту, как в среднем по опыту (на 38,8 %), так и в различные годы исследований (на 11,9- 53,7 %).

Дисперсионным анализом однофакторного полевого опыта установлено, что нулевую гипотезу влияния генотипа селекционного образца на результативный признак «урожайность семян» необходимо отвергнуть на 95 % уровне значимости, несмотря на достаточно невысокую долю влияния генотипа ($h^2_A = 15,7$ %). Соотношение $F_f / F_{0,05}$ генотипа в опыте составляло 1,11, что свидетельствует о значимости влияния организованного фактора «генотип селекционного образца».

Доля участия в общей дисперсии года пользования травостоем составляло $h^2_{\text{год}}=53,7\%$, а случайных ошибок, $30,6\%$, при точности опыта $6,63\%$. Полученные данные свидетельствуют о возможности повышения семенной продуктивности методом отбора самофертильных форм в условиях СУВР.

Селекционный питомник № 4 (СП 4). Дальнейшее изучения семенного потомства селекционных образцов (g1), показавших высокую самофертильность в СУВРах, проведено в селекционном питомнике по более широкой программе. Изучали наряду с семенной продуктивностью и другие хозяйственные признаки и свойства (приложения В.2-В.10).

Установлено, что селекционный образец Vela×Находка превосходит стандартный сорт Уралочка по урожайности СВ на $53,7\%$, не уступая ему по урожайности семян. Селекционный образец Vela × Сарга можно выделить по семенной продуктивности в ряду всех изученных номеров (табл. 4.12).

Таблица 4.12 – Урожайность СВ и семенная продуктивность сортов и селекционных образцов люцерны g1 в СП 4 (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность СВ, кг/10 м ² | | Урожайность семян, г/10 м ² | | Репродуктивное усиление, % | |
|------------------------------|--------------------------------------|-------|--|-------|----------------------------|-------|
| | М | ±к st | М | ±к st | М | ±к st |
| Уралочка (st) | 2,42 | - | 107,1 | - | 6,4 | - |
| 20-89 Н | 1,90 | -0,52 | 101,91 | -5,2 | 6,1 | -0,2 |
| Vela × Сарга | 1,94 | -0,48 | 112,6 | 5,5 | 6,5 | 0,2 |
| Vela × Находка | 3,72 | 1,30 | 99,8 | -7,3 | 3,2 | -3,2 |
| 193-95 | 2,39 | -0,03 | 78,3 | -28,8 | 3,5 | -2,8 |
| Находка × 193-95 | 2,21 | -0,21 | 75,0 | -32,1 | 4,0 | -2,3 |
| Находка × Сарга | 2,30 | -0,12 | 76,2 | -30,9 | 4,0 | -2,3 |
| НСР ₀₅ | 0,87 | | 30,8 | | 2,1 | |

Примечание: М – среднее значение

Достоверных отличий в среднем за 2017-2021 гг. по качеству кормовой массы не установлено, за исключением номеров Vela×Сарга и Vela×Находка, отличающихся пониженным содержанием калия в СВ (табл. 4.13).

Пределы варьирования по годам в среднем по опыту составляли: общего протеина $16,22-19,87\%$, переваримого протеина – $12,55-15,21\%$, кормовых еди-

ниц – 0,77-0,83, содержания кальция – 1,82-2,60 %, содержания фосфора – 0,225-0,291 %, содержания калия 1,39-1,69 %.

Таблица 4.13 – Качество кормовой массы сортов и селекционных образцов люцерны g1 в СП 4 (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Содержание в СВ | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------|
| | СП,% | ПП,% | КЕ | Са,% | Р,% | К,% |
| Уралочка (st) | 19,2 | 14,59 | 0,81 | 2,03 | 0,281 | 1,60 |
| 20-89 Н | 19,5 | 14,62 | 0,78 | 2,07 | 0,257 | 1,50 |
| Vela × Сарга | 19,4 | 14,56 | 0,79 | 2,20 | 0,241 | 1,35 |
| Vela × Находка | 19,2 | 14,35 | 0,80 | 2,21 | 0,265 | 1,32 |
| 193-95 | 19,1 | 14,40 | 0,82 | 2,27 | 0,266 | 1,63 |
| Находка × 193-95 | 19,5 | 14,44 | 0,78 | 2,04 | 0,250 | 1,62 |
| Находка × Сарга | 17,8 | 13,67 | 0,81 | 2,12 | 0,247 | 1,63 |
| НСР ₀₅ | F _f <F _{0,05} | F _f <F _{0,05} | F _f <F _{0,05} | F _f <F _{0,05} | F _f <F _{0,05} | 0,23 |

Примечание: СП – содержание общего протеина в СВ, %; ПП – содержание переваримого протеина в СВ, %; КЕ – содержание кормовых единиц в СВ; Са – содержание кальция в СВ; Р – содержание фосфора в СВ, %; К – содержание калия в СВ, %; М – среднее значение

Установлена тенденция более низкого содержания протеина у селекционного образца Находка×Сарга: снижение на 1,39 % к величине, средней по опыту в 2017 г.; на 2,97 % в 2018 г.; на 0,59 % в 2019 г.; на 1,28 % в 2020 г.

Результаты проведенного дисперсионного анализа показали, что нулевую гипотезу влияния генотипов селекционных образцов, потомства наиболее самофертильных форм, отобранных в СУВР, необходимо отвергнуть на 95% уровне значимости для результативных признаков, имеющих важное селекционное значение: урожайность СВ ($h^2_A=21,7$ %), урожайность семян ($h^2_A=24,8$ %), репродуктивное усилие ($h^2_A=24,8$ %) (табл. 4.14).

Установлен важный факт невысокой доли влияния фактора года пользования травостоями на семенную продуктивность ($h^2_{год}=35,9$ %) по сравнению с кормовой продуктивностью ($h^2_{год}=57,8$ %), что свидетельствует о возможности стабилизировать семенную продуктивность селекционными методами с использованием самофертильного исходного материала люцерны.

Показатель облиственности, являющийся важным признаком ценности кормовой продуктивности и качества продукции, несмотря на значительное влияние

фактора года использования ($h^2_{\text{год}}=80,1$ %), в значительной степени зависит от генотипа.

Таблица 4.14 – Сила влияния различных источников вариации на результативные признаки продуктивности и качества продукции сортов и селекционных образцов люцерны g1 (2017-2021 гг.)

| Признаки | Источники вариации и их сила влияния, % | | | $F_t / F_{0.05}$ генотипа |
|--|---|--|--------------------------------------|------------------------------|
| | год пользования травостоем ($h^2_{\text{год}}$) | генотип селек- ционного образ- ца(h^2_A) | случайное ($h^2_{\text{случ}}$) | |
| Урожайность СВ, кг/10 м ² | 57,8 | 21,7 ^a | 20,4 | 4,2/2,5 |
| Урожайность семян, г/10 м ² | 35,9 | 24,8 ^a | 39,2 | 2,5/2,5 |
| Репродуктивное усилие, % | 51,8 | 24,4 ^a | 23,8 | 4,1/2,5 |
| Облиственность, % | 80,1 | 4,3 ^a | 15,6 | 7,8/3,0 |
| Содержание СВ, % | 70,7 | 3,8 | 25,4 | 0,6/3,8 |
| Содержание СП, % | 49,1 | 18,4 | 32,5 | 2,3/2,5 |
| Содержание ПП, % | 51,2 | 4,7 | 44,1 | 0,4/3,8 |
| Содержание ВЭ, % | 71,0 | 11,9 | 17,1 | 0,4/3,8 |
| Содержание КЕ, % | 17,4 | 8,9 | 73,6 | 0,5/3,8 |
| Содержание Р, % | 31,8 | 12,1 | 56,1 | 2,5/3,0 |
| Содержание Са, % | 70,9 | 6,6 | 22,5 | 1,2/2,5 |
| Содержание К, % | 19,4 | 34,0 ^a | 46,6 | 2,9/2,5 |

Примечание: а – достоверно при 95 % уровне значимости; $h^2_{\text{год}}$ – влияние года использования травостоя; $h^2_{\text{случ}}$ – влияние случайных факторов; h^2_A – влияние генотипа сорта; СВ – содержание СВ в зеленой массе, %; СП – содержание общего протеина в СВ, %; ПП – содержание переваримого протеина в СВ, %; КЕ – содержание кормовых единиц в СВ; Са – содержание кальция в СВ; Р – содержание фосфора в СВ, %; К – содержание калия в СВ, %;

Несмотря на небольшую долю в общей изменчивости результативного признака облиственности организованного фактора «генотип» селекционного образца ($h^2_A=4,3$ %), нулевую гипотезу его влияния необходимо отвергнуть на 95 % уровне значимости и констатировать факт возможности повышения облиственности селекционным методом.

Среди биологически важных элементов, определяющих кормовую ценность корма из люцерны, наибольшая доля влияния генотипа отмечена для признака «содержание калия в СВ» ($h^2_A=34,0$ %), что может свидетельствовать о возможном его наследовании.

Таким образом, несмотря на значительную долю условий года и случайных величин, генотипическая составляющая общей дисперсии оказывает значительное

влияние на селекционные признаки: урожайность СВ, урожайность семян, репродуктивное усилие, облиственность растений, содержание калия в СВ. Оценка комплекса этих показателей в системе селекционных питомников, позволяет надежно оценивать селекционные образцы. По семенной продуктивности выделялись образцы: Vela×Сарга, популяция ВС-08, 20-89 Н, а так же сорт Уралочка (st). По урожайности СВ выделился селекционный образец Vela×Находка. По облиственности растений – образцы Vela×Сарга, Находка×Сарга.

4.4 Взаимосвязь признаков и свойств между исходными формами люцерны с высокой самофертильностью и последующей их генерациями

Люцерна как сельскохозяйственная культура отличается крайне нестабильной урожайностью семян, как в зависимости от условий года, так и от места ее выращивания. Семенная продуктивность, наряду с генетическими особенностями, зависит от технологии возделывания, наличия опылителей, агроландшафтных условий региона и др. [Дегунова, Данилова, 2011; Тимошкин и др., 2013; Чернявских, 2016; Тормозин и др., 2019].

Для решения селекционных и практических задач значительный интерес представляет вопрос возможности сохранения признаков и свойств исходных селекционных форм люцерны, созданных в процессе отбора ценных фенотипов по признакам самофертильности и высокой семенной продуктивности, в последующих поколениях для интенсификации отбора лучших селекционных форм [Ткаченко и др., 2008; Тормозин и др., 2019; Тормозин, Зырянцева, 2019].

Для изучения сопряженности признаков кормовой и семенной продуктивности, использовали несколько модельных сортов и селекционных номеров с высоким уровнем самофертильности: сорт Уралочка (st), Vela×Находка, Vela×Сарга, 20-89 Н, Находка×Сарга, популяция ВС-08, популяция 193-95.

Исходные селекционные формы, размноженные вегетативным способом, сравнивались в полевых условиях со своим потомством первого года, полученным в контролируемых условиях.

Таким образом, проводили проверку по потомству и оценку сопряженности признаков и свойств между исходными формами и последующим поколением.

Проводили сравнение сопряженности признаков и свойств по результатам исследований в селекционных питомниках СП 3 (закладка 2011 г., учеты 2012-2021 гг.) и СП 4 (закладка 2015г, учеты 2017-2021 гг.) по двум типам:

1. Между маточными растениями с наибольшей самофертильностью, полученной в защищенном грунте, пересаженными из СУВРов в поле (g_0) и семенным потомством этих маточных растений первой генерации (g_1);

2. Между растениями, полученными методом черенкования от маточных растений, укорененных в защищенном грунте, высаженными из СУВРов в поле (g_0) и семенным потомством от маточных растений 1 генерации (g_1).

Понимание таких взаимосвязей будет способствовать прогрессу создания нового селекционного материала за счет направленным управлением исходным материалом, эволюционному насыщению популяций люцерны генетически разнообразными селекционными формами с общим признаком высокой самофертильности. Это позволит избежать инбредной депрессии, свойственной перекрестноопыляемым видам при принудительном самоопылении.

Прямое сравнение методом дисперсионного анализа исключено в силу нарушения принципа единственного различия (связанного с различиями особенностей вегетации растений при семенном и вегетативном размножении). В связи с этим, оценку проводили методом расчета корреляции рангов Спирмена, поскольку его использование не требует обязательной нормальности распределения значений изучаемых признаков.

На рисунке 4.3 приведены графики сопряженности и тренд зависимости урожайности СВ исходных популяций и первого поколения их потомства.

Исследованиями выявлена слабая связь между продуктивностью СВ исходных популяций и их потомством первого года.

Установлена слабая корреляция рангов между урожайностью СВ маточных растений и семенным потомством ($r_s = 0,440$), а так же несколько более тесная

связь урожайности СВ растений, полученных из вегетативно-размноженных черенкованием и семенным потомством ($r_s = 0,519$).

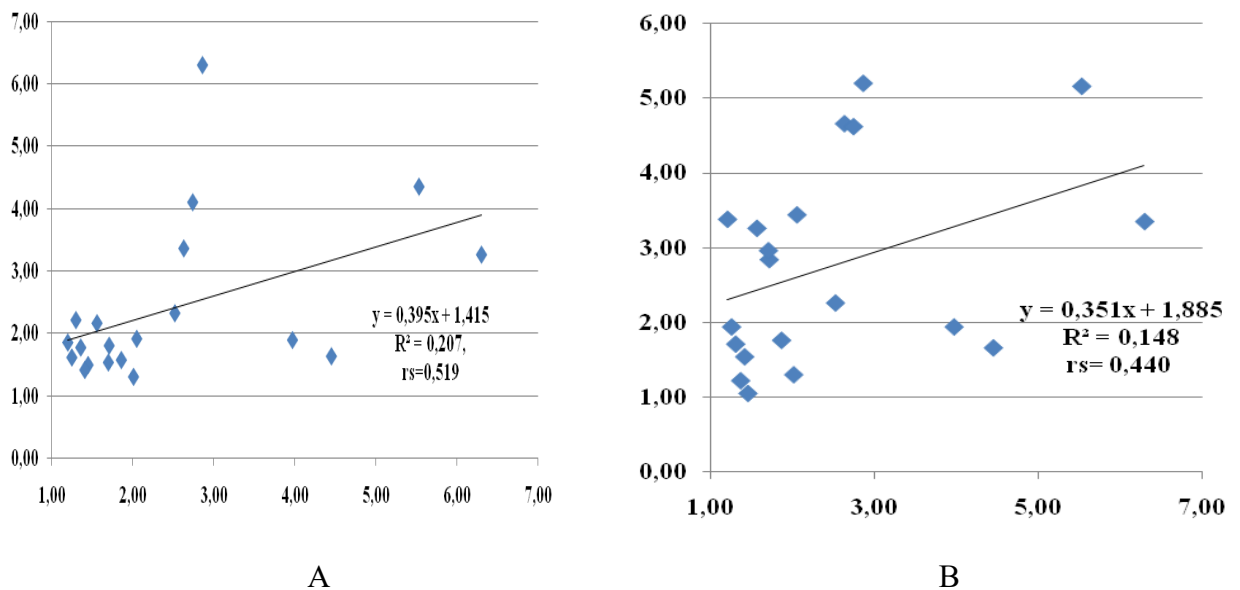


Рисунок 4.3 – Взаимосвязь урожайности СВ исходных форм

вегетативно размноженных селекционных образцов (g_0) и их потомства первой генерации (g_1), кг/ 10 м²СВ

Примечание: А – растения, полученные размножения черенкованием маточных растений и семенное потомство; В – маточные растения и семенное потомство.

Проблема ускорения селекционного процесса люцерны в значительной степени зависит от скорости размножения этой культуры. Семенная продуктивность, по прежнему остается наиболее сложной задачей, тормозящей развитие семеноводства многих регионов, что приводит к медленному внедрению новых сортов [Думачева, Чернявских, 2012 а; Shietal., 2017].

Гарантированная оценка семенной продуктивности потомства, на основе знаний о семенной продуктивности исходных форм, является важной задачей селекции позволяющей ускорить селекционную работу. В оценке семенной продуктивности использовали два основных признака: урожайность семян, характеризующий общую ценность селекционного образца и репродуктивное усилие, показатель, связанный с надземной продуктивностью и урожайностью семян.

Ускоренное вегетативное размножение форм с высокой потенциальной семенной продуктивностью потомства, позволит ускоренно формировать сложно-

гибридные популяции с высокой степенью автофертильности, без развития инбредной депрессии [Тормозин и др.,2019] .

Результаты наших исследований показали тесную положительную связь между урожайностью материнских растений и последующего поколения, что подтверждено корреляцией Спирмена средней силы между урожайностью семян материнских растений и их потомства первого года ($r_s=0,720$).

Сопряженность семенной продуктивности исходных форм, созданных методом вегетативного размножения, и семенного потомства показала большую тесноту положительной связи ($r_s= 0,768$).

Графики связи между элементами семенной продуктивности представлены на рисунке 4.4.

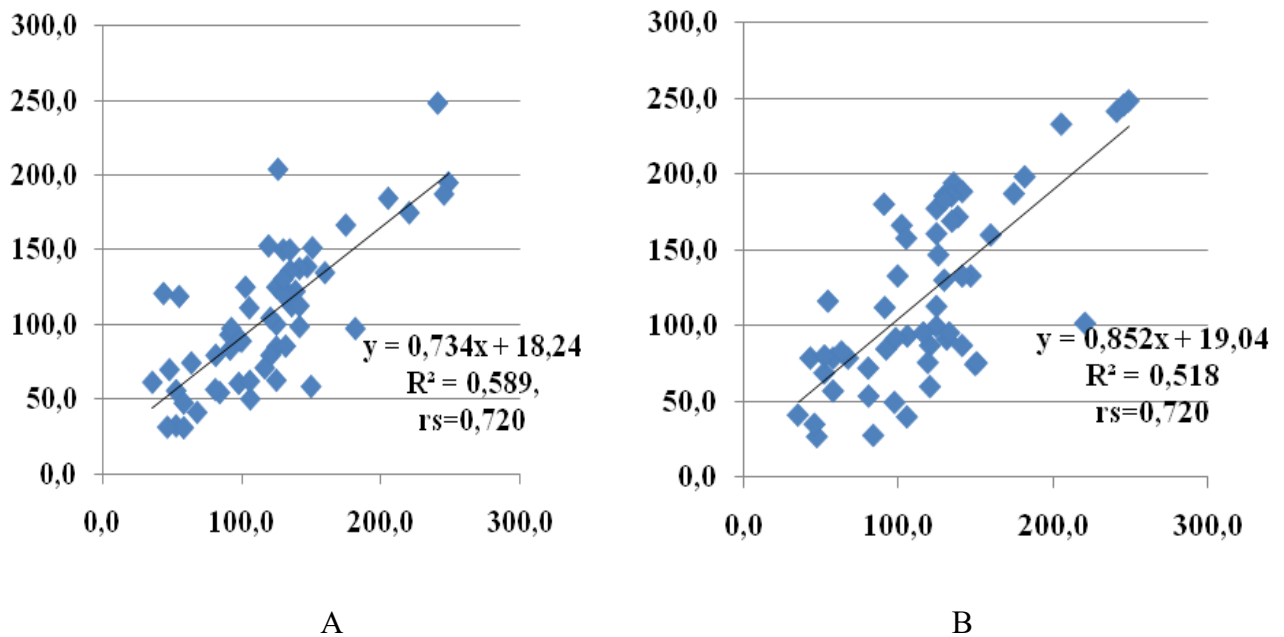


Рисунок 4.4 – Взаимосвязь урожайности семян исходных форм вегетативно размноженных селекционных образцов (g_0) и их потомства первой генерации (g_1), г/10 м²

Примечание: А – растения, полученные от размножения черенкованием маточных растений и от семенного потомства; В – маточные растения и семенное потомство.

Репродуктивное усилие, характеризующее долю энергии, затрачиваемую растением на репродуктивную сферу, то есть производство семян, в селекцион-

ном процессе может иметь важное значение как маркерный признак, характеризующий вероятность того или иного уровня семенной продуктивности.

Наша оценка сопряженности этого показателя между поколениями селекционных номеров, выявила наличие положительной связи, подтвержденной корреляцией рангов. Здесь, как и в предыдущих случаях, теснота связи между показателем у растений, полученных из черенков и семенным потомством первой генерации выше ($r_s = 0,545$), по сравнению со связью маточных растений и первой генерацией семян ($r_s = 0,487$) (рис. 4.5).

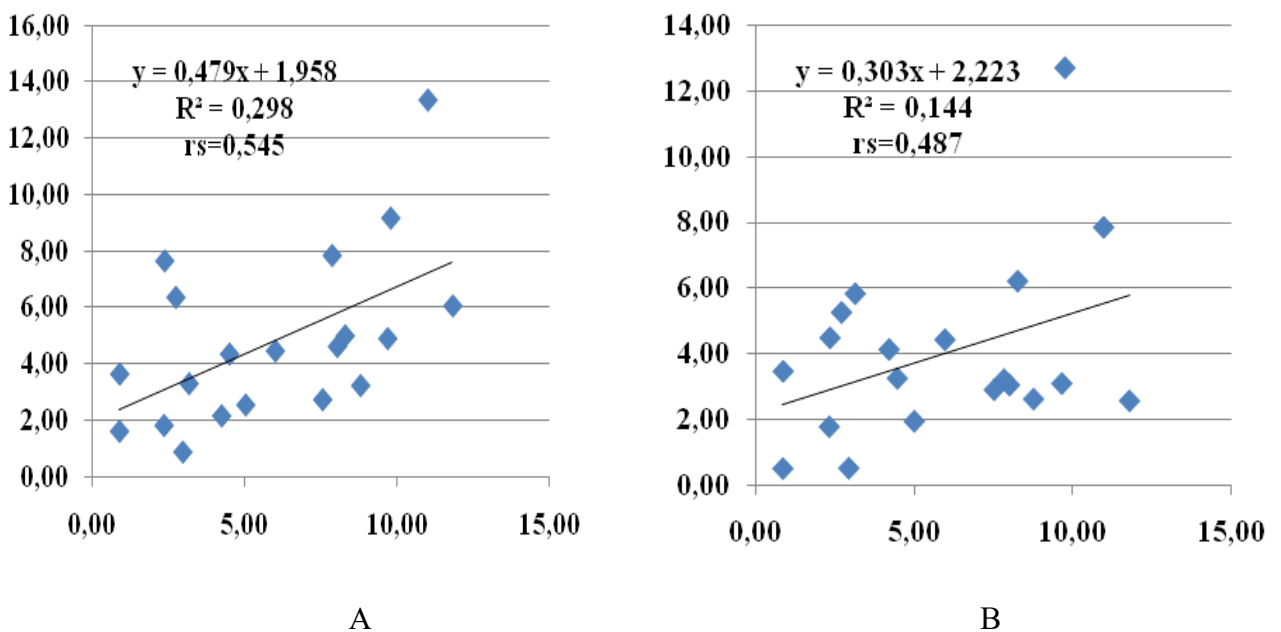


Рисунок 4.5 – Взаимосвязь репродуктивного усилия исходных форм вегетативно размноженных селекционных образцов (g_0) и их потомства первой генерации (g_1), г/10 м²

Примечание: А – растения, полученные размножения черенкованием маточных растений и семенное потомство; В – маточные растения и семенное потомство.

Исследованиями не установлено связи между количеством кормовых единиц в исходных формах и их семенном потомстве. Коэффициент корреляции рангов подтверждает этот тезис ($r_s = -0,255 \dots - 0,163$). Слабая связь между содержанием общего протеина и переваримого протеина, соответственно, $r_s = 0,319 - 0,435$ и $r_s = 0,203 - 0,402$.

При оценке сопряженности накопления минеральных веществ в исходных формах и потомстве, не выявлено тесной корреляционной связи в накоплении кальция ($r_s = -0,068 - 0,350$) и установлена слабая связь в содержании фосфора ($r_s = 0,410 - 0,414$). Выявлено, что накопление кальция в исходных популяциях тесно сопряжено с его содержанием в СВ потомства, что подтверждено корреляцией средней силы между его содержанием в g_1 и g_0 ($r_s = 0,668 - 0,760$).

Таким образом, установлена важная закономерность, свидетельствующая о том, что для результативных признаков «урожайность семян», «урожайность СВ», «репродуктивное усилие» люцерны, характерно сохранение свойств материнских селекционных форм обладающих самофертильностью (g_0) в следующем поколении при семенном размножении (g_1).

Сопряженность этих признаков между различными генерациями на первых этапах селекции на повышение семенной продуктивности позволяет констатировать факт, что вегетативное размножение перспективных селекционных форм люцерны с высокой самофертильностью является надежным способом размножения наиболее ценных признаков и свойств материнских растений.

Вегетативное размножение самофертильных форм можно активно использовать для быстрого получения достаточного количества семян исходного материала (линий, гибридов, популяций), как источников высокой семенной продуктивности для ускоренной селекции.

4.5 Оценка сложногибридных популяций, созданных на основе форм с высокой самофертильностью в различных поколениях репродукции

Создание сложногибридных популяций (СГП) является конечным циклом селекции с люцерной изменчивой, являющимся результатом многолетней работы перед передачей селекционного материала в конкурсное и Государственное сортоиспытание. В связи с этим особую важность имеет оценка стабильности сохранения различных признаков, в первую очередь хозяйственно-полезных, в последующих поколениях.

В ранее проведенных исследованиях установлено, что популяции люцерны с высокой степенью самофертильности могут изменять семенную продуктивность в зависимости от генерации. Признаки самофертильности, фертильности пыльцы и числа семян хорошо наследуются, что может свидетельствовать о высокой наследуемости свойства семенной продуктивности у люцерны [Нагибин, 1987; Сванкулова и др., 2014; Тормозин и др., 2019].

Селекционные признаки, в первую очередь, семенная продуктивность, на первых этапах селекции зависит от уровня семенной продуктивности исходных форм (g_0). В дальнейшем происходят разнонаправленные изменения, зависящие от генетических особенностей популяций в процессе скрещивания между собой, наличия гетерозисных эффектов, уровня инцухтдепрессии.

В продвинутых поколениях синтетических популяций, в зависимости от поколений, условий года, первоначального состава синтетиков семенная продуктивность изменяется главным образом в сторону снижения. Популяции с повышенным уровнем самофертильности и автотриппинга не изменяют уровень семенной продуктивности, особенно в условиях, неблагоприятных для завязывания семян [Дзюбенко, 1995]. Селекционные формы с преобладанием того или иного оттенка цветков могут значительно различаться между собой по физиологическим свойствам, по форме соцветий, их обсемененности и семенной продуктивности посевов [Misaretal., 2015; Xuetal., 2019; Voetal., 2020].

Нашими исследованиями, проведенными в 2017-2021 гг. в селекционных питомниках оценки потомства различных циклов переопыления, установлено достоверное снижение урожайности семян во второй генерации, по сравнению с первой у СГП-1, созданной на основе форм с преобладанием желтой окраски соцветий. Снижение урожайности в зависимости от года использования травостоев составило от 26,2 г/10 м² в 2021 г. (травостой 7 года жизни), до 41,7 г/10 м² в 2018 г. (травостой 4 года жизни).

В более ранние годы использования травостоев не установлено достоверных различий разницы между генерациями ни у одного из изучаемых селекционных образцов. В условиях 2017-2018 гг. максимальную урожайность семян обес-

печивали посевы СГП-2, созданной нами на основе исходных форм с преобладанием пестрой окраски соцветий: показатель на 110,4 г/10 м² превышал стандарт в первой генерации, и на 99,8 г/10 м² – во второй генерации (2017 г.); на 100,0 г/10 м² выше стандарта в первой генерации и на 104,5 г/10 м² – во второй генерации (2018 г.) (табл. 4.15).

Таблица 4.15 – Урожайность семян СГП люцерны изменчивой, различных циклов переопыления в питомнике сравнительного испытания, г/10 м²

| Сорта и селекционные образцы | Репродукция | Годы исследований | | | | | Среднее |
|------------------------------|-------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | |
| Сарга (st) | ПР 2 | 39,6 | 95,8 | 62,5 | 95,8 | 88,2 | 76,4 |
| | ЭС | 42,3 | 94,2 | 72,1 | 92,3 | 86,3 | 77,4 |
| | в среднем | 41,0 | 95,0 | 67,3 | 94,1 | 87,3 | 76,9 |
| СГП-1 | g1 | 75,0 | 143,8 | 145,8 | 120,8 | 116,6 | 120,4 |
| | g2 | 72,8 | 102,1 | 112,1 | 93,9 | 90,2 | 94,2 |
| | в среднем | 73,9 | 123,0 | 129,0 | 107,4 | 103,4 | 107,3 |
| СГП-2 | g1 | 150,0 | 195,8 | 120,8 | 118,3 | 91,6 | 135,3 |
| | g2 | 142,1 | 198,7 | 122,1 | 116,1 | 112,3 | 138,3 |
| | в среднем | 146,1 | 197,3 | 121,5 | 117,2 | 102,0 | 136,8 |
| СГП-3 | g1 | 94,6 | 87,5 | 110,4 | 95,8 | 54,2 | 88,5 |
| | g2 | 82,8 | 88,2 | 97,6 | 99,2 | 56,4 | 84,8 |
| | в среднем | 88,7 | 87,9 | 104,0 | 97,5 | 55,3 | 86,7 |
| НСР ₀₅ | | 23,6 | 22,7 | 18,2 | 12,1 | 12,6 | 30,2 |

Примечание – ПР 2 – семена питомника размножения второго года; ЭС – семена элиты

Значительные отличия в зависимости от вариантов опыта имел показатель репродуктивного усилия. В среднем за период исследований СГП-2 обеспечивала урожайность семян в первой генерации (g1) на 43,6 г/10 м² выше стандарта и на 60,9 г/10 м² выше стандарта – во второй генерации (g2).

В среднем по питомникам выявлено большее репродуктивное усилие селекционных популяций первой генерации (g1), по сравнению со второй (g2), которое в среднем за годы исследований у СГП-1 составило 6,13 и 2, СГП-2 – 6,45 и 3,66, СГП-3 – 3,62 и 2,93. В то же время, репродуктивное усилие стандарта, сорта Сарга, изменялось в пределах от 2,64 до 3,27 в зависимости от питомника (табл. 4.16).

При оценке урожайности СВ, установлена обратная тенденция (табл. 4.17). Созданные СГП второй генерации (питомник переопыления 2 года) СГП-1 и СГП-2

в селекционных питомниках оценки потомства в 2017–2021 гг. обеспечивали соответственно на 0,79...2,20 и 0,62...2,27 кг/ 10 м² большую урожайность СВ, по сравнению с первой генерацией (питомником переопыления 2 года). Стандартный сорт Сарга по урожайности различных генераций значительно не отличался.

Таблица 4.16 – Репродуктивное усилие СГП люцерны изменчивой, различных циклов переопыления в питомнике сравнительного испытания

| Сорта и селекционные образцы | Репродукция | Годы исследований | | | | | Среднее |
|------------------------------|-------------|-------------------|------|------|------|------|---------|
| | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | |
| Сарга (st) | ПР 2 | 0,76 | 2,50 | 2,74 | 4,35 | 6,00 | 3,27 |
| | ЭС | 0,72 | 1,95 | 2,64 | 3,52 | 4,37 | 2,64 |
| | в среднем | 0,74 | 2,23 | 2,69 | 3,94 | 5,19 | 2,96 |
| СГП-1 | g1 | 2,12 | 6,14 | 7,80 | 7,74 | 6,86 | 6,13 |
| | g2 | 1,27 | 2,49 | 3,70 | 3,42 | 3,63 | 2,90 |
| | в среднем | 1,70 | 4,32 | 5,75 | 5,58 | 5,25 | 4,52 |
| СГП-2 | g1 | 4,04 | 7,04 | 9,36 | 7,13 | 4,67 | 6,45 |
| | g2 | 2,38 | 3,99 | 3,26 | 4,33 | 4,36 | 3,66 |
| | в среднем | 3,21 | 5,52 | 6,31 | 5,73 | 4,52 | 5,06 |
| СГП-3 | g1 | 2,39 | 2,93 | 5,94 | 3,82 | 3,03 | 3,62 |
| | g2 | 1,39 | 1,97 | 3,67 | 4,67 | 2,96 | 2,93 |
| | в среднем | 1,89 | 2,45 | 4,81 | 4,25 | 3,00 | 3,28 |
| НСР ₀₅ | | 1,10 | 1,95 | 2,53 | 1,65 | 1,37 | 1,5 |

Примечание – ПР 2 – семена питомника размножения второго года; ЭС – семена элиты

Таблица 4.17 – Урожайность СВ люцерны изменчивой, различных циклов переопыления в питомнике сравнительного испытания, кг/ 10 м²

| Селекционный образец | Репродукция | Годы исследований | | | | | Среднее |
|----------------------|-------------|-------------------|------|------|------|------|---------|
| | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | |
| Сарга (st) | ПР 2 | 5,23 | 3,83 | 2,28 | 2,20 | 1,47 | 3,00 |
| | ЭС | 5,86 | 4,83 | 2,73 | 2,62 | 1,98 | 3,60 |
| | в среднем | 5,55 | 4,33 | 2,51 | 2,41 | 1,73 | 3,30 |
| СГП-1 | g1 | 3,53 | 2,34 | 1,87 | 1,56 | 1,70 | 2,20 |
| | g2 | 5,73 | 4,10 | 3,03 | 2,75 | 2,49 | 3,62 |
| | в среднем | 4,63 | 3,22 | 2,45 | 2,16 | 2,10 | 2,91 |
| СГП-2 | g1 | 3,71 | 2,78 | 1,29 | 1,66 | 1,96 | 2,28 |
| | g2 | 5,98 | 4,98 | 3,75 | 2,68 | 2,58 | 3,99 |
| | в среднем | 4,85 | 3,88 | 2,52 | 2,17 | 2,27 | 3,14 |
| СГП-3 | g1 | 3,95 | 2,99 | 1,86 | 2,51 | 1,79 | 2,62 |
| | g2 | 5,96 | 4,47 | 2,66 | 2,13 | 1,81 | 3,40 |
| | в среднем | 4,96 | 3,73 | 2,26 | 2,32 | 1,80 | 3,01 |
| НСР ₀₅ | | 1,08 | 0,99 | 0,77 | 0,46 | 0,38 | 0,61 |

Примечание: ПР 2 – семена питомника размножения второго года; ЭС – семена элиты

Максимально ранняя диагностика высокой семенной продуктивности и ее сопряженность с урожайностью семян в различных генерациях, является важнейшей селекционной задачей при селекции люцерны. Важнейшим признаком, характеризующим качество получаемой продукции при выращивании люцерны, является облиственность. Установлено, что наименьшей облиственностью обладала СГП-1, сформированная на основе желтоцветковых форм. В среднем по опыту растения СГП-1 достоверно при $p < 0,05$ уступали по этому показателю стандарту на 9 %, а популяциям СГП-2 и СГП-3, соответственно, на 6,3 % и 6,9 %.

Не выявлено достоверных отличий по облиственности между различными репродукциями, как у стандарта, так и у созданных СГП разница составила у стандарта 0,3 %, у СГП-1 – 1,8 %, СГП-2 – 1,9 %, а у СГП-3, соответственно, 0 % (табл. 4.18)

Таблица 4.18 – Облиственность растений люцерны изменчивой, различных циклов переопыления в питомнике сравнительного испытания, %

| Сорта и селекционные образцы | Репродукция | Годы исследований | | | | | Среднее |
|------------------------------|-------------|-------------------|------|------|------|------|---------|
| | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | |
| Сарга (st) | ПР 2 | 50 | 56 | 60 | 55,0 | 63 | 56,9 |
| | ЭС | 52 | 54 | 62 | 53 | 62 | 56,6 |
| | в среднем | 51 | 55 | 61 | 54 | 63 | 56,7 |
| СГП-1 | g1 | 40 | 42 | 52 | 49 | 51 | 46,8 |
| | g2 | 43 | 48 | 49 | 51 | 52 | 48,6 |
| | в среднем | 42 | 45 | 51 | 50 | 52 | 47,7 |
| СГП-2 | g1 | 46 | 52 | 55 | 48 | 65 | 53,1 |
| | g2 | 50 | 51 | 56 | 52 | 65 | 54,8 |
| | в среднем | 48 | 52 | 56 | 50 | 65 | 54,0 |
| СГП-3 | g1 | 44 | 52 | 60 | 55 | 63 | 54,6 |
| | g2 | 45 | 50 | 56 | 58 | 64 | 54,6 |
| | в среднем | 45 | 51 | 58 | 56 | 63 | 54,6 |
| НСР ₀₅ | | 5 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3,7 |

Примечание: ПР 2 – семена питомника размножения второго года; ЭС – семена элиты

Данные двухфакторного дисперсионного анализа результативных признаков «урожайность семян», «урожайность СВ», «репродуктивное усилие», «облиственность», полученные в результате изучения популяций различных генера-

ций люцерны изменчивой в течение пяти лет показали, что наиболее зависит от генетической составляющей «урожайность семян» (табл. 4.19).

Таблица 4.19 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа различных результативных признаков, характеризующих семенную и кормовую продуктивность СГП люцерны различных циклов переопыления (генерации) (2017–2021 гг.)

| Результативный признак | Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _ф | F _{0,05} | h ² _x |
|------------------------|-------------------|---------|------|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Урожайность семян | общее | 45519,2 | 39 | - | - | - | 100,0 |
| | возраст травостоя | 8152,5 | 4 | - | - | - | 17,9 |
| | случайное | 14573,5 | 28 | 520,5 | - | - | 32,0 |
| | генотип (А)* | 21022,8 | 3 | 7007,6 | 13,5 | 2,9 | 46,2 |
| | генерация (В) | 416,3 | 1 | 416,3 | 0,8 | 8,6 | 0,9 |
| | А×В | 1354,0 | 3 | 451,3 | 0,9 | 8,6 | 3,0 |
| Репродуктивное усилие | общее | 163,2 | 39 | - | - | - | 100,0 |
| | возраст травостоя | 51,1 | 4 | - | - | - | 31,3 |
| | случайное | 34,5 | 28 | 1,2 | - | - | 21,2 |
| | генотип (А)* | 29,9 | 3 | 10,0 | 8,1 | 2,9 | 18,3 |
| | генерация (В) * | 33,6 | 1 | 33,6 | 27,3 | 4,2 | 20,6 |
| | А×В* | 14,1 | 3 | 4,7 | 3,8 | 2,9 | 8,6 |
| Урожайность СВ | общее | 73,5 | 39,0 | - | - | - | 100,0 |
| | возраст травостоя | 51,8 | 4,0 | - | - | - | 70,6 |
| | случайное | 6,0 | 28,0 | 0,2 | - | - | 8,1 |
| | генотип (А) | 0,9 | 3 | 0,3 | 1,3 | 2,9 | 1,2 |
| | генерация (В)* | 12,7 | 1 | 12,7 | 59,9 | 4,2 | 17,4 |
| | А×В* | 2,1 | 3 | 0,7 | 3,2 | 2,9 | 2,8 |
| Облиственность | общее | 1642,4 | 39 | - | - | - | 100,0 |
| | возраст травостоя | 955,8 | 4 | - | - | - | 58,2 |
| | случайное | 218,9 | 28 | 7,8 | - | - | 13,3 |
| | генотип (А) * | 452,2 | 3 | 150,7 | 19,3 | 2,9 | 27,5 |
| | генерация (В) | 6,6 | 1 | 6,6 | 0,8 | 8,6 | 0,4 |
| | А×В | 8,9 | 3 | 3,0 | 0,4 | 8,6 | 0,5 |

Примечание: D – сумма квадратов отклонений (девианта); s² – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; h²_x – сила влияния на результативный признак (h²_{год} – сила года пользования; h²_А – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); h²_{случ} – сила влияния случайных факторов)

*- влияние достоверно при p < 0,05.

В среднем за 2017–2021 гг. сила влияния фактора «генотип» на результативный признак «урожайность семян» составила h²_А = 46,2 % при доле влияния возраста травостоя h²_{ВТ} = 17,9 % и недостоверном влиянии генерации поколения (h²_В = 0,9 %) и взаимодействия изучаемых факторов (h²_{АВ} = 3,0 %). Все это свиде-

тельствует о высокой стабильности семенной продуктивности изученных селекционных образцов.

На тесно связанный с семенной продуктивностью растений признак «репродуктивное усилие» оказывал достоверное влияние как генотип ($h^2_A = 18,3 \%$), так и генерация ($h^2_B = 20,6 \%$), и соотношение признаков ($h^2_{AB} = 2,8 \%$).

В общем варьировании результативного признака «урожайность СВ» наибольшую долю занимал фактор «возраст травостоя» ($h^2_{BT} = 70,6 \%$). При этом нулевую гипотезу влияния на урожайность СВ фактора генотипа сорта отвергать нельзя ($h^2_A = 0,9 \%$), а сила влияния фактора «генерация» достоверна при $p = 0,05$ ($h^2_B = 2,8 \%$).

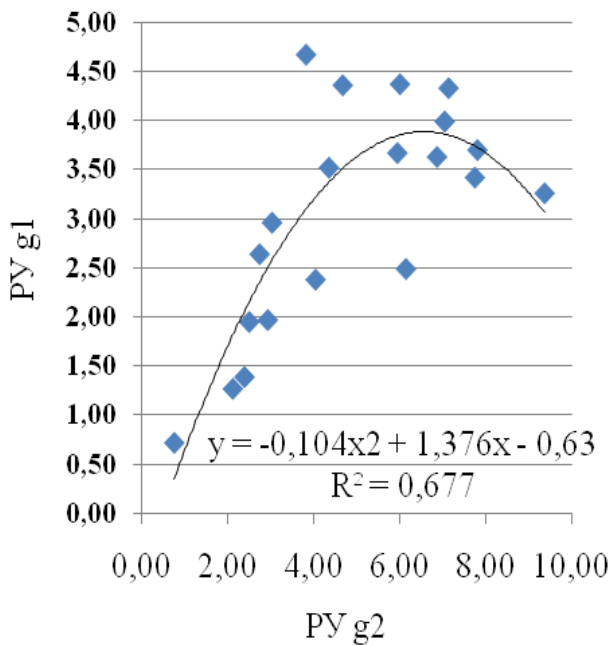
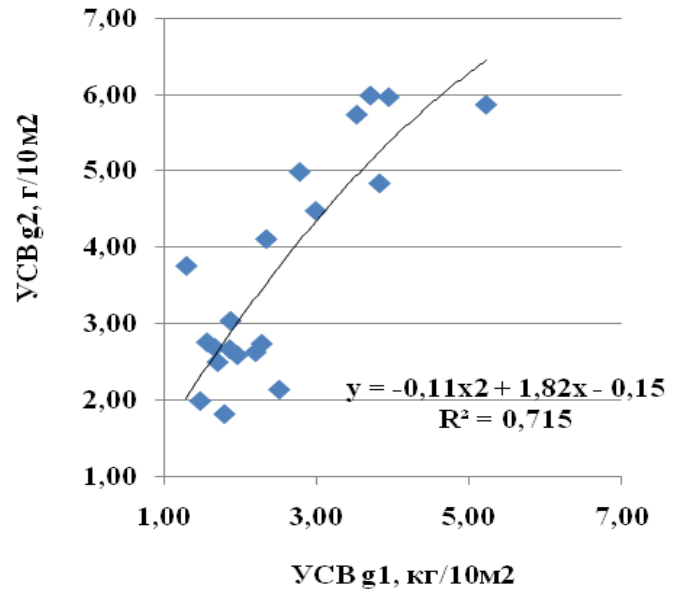
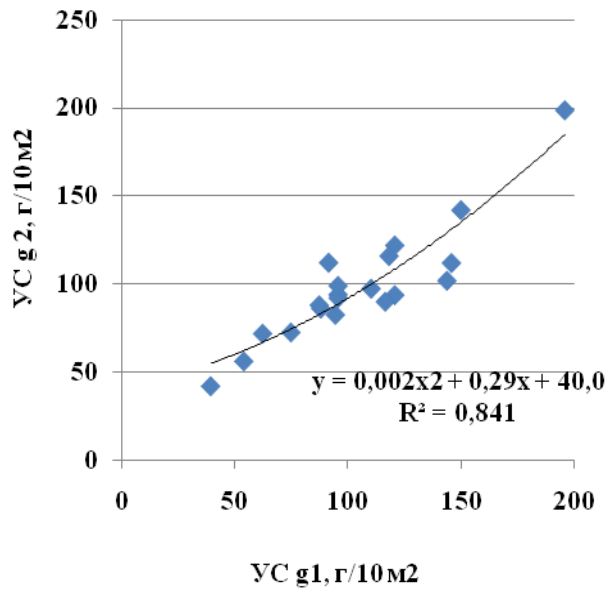
На основании данных урожайности семян, урожайности СВ, репродуктивного усилия и доли листьев в общей биомассе (облиственности) построены модели сопряженности этих селекционных признаков в зависимости от циклов переопыления (генерации). Результаты представлены на рисунке 4.6.

Установлено, что зависимости между урожайностью семян, урожайностью СВ и облиственностью в g_1 и g_2 близки к линейным, но с более высокой степенью достоверности аппроксимации описываются уравнениями параболы второй степени со значениями $R^2 = 0,715 \dots 0,873$.

В меньшей степени в поколениях сопряжен селекционный $R^2 = 0,715$ признак «репродуктивное усилие», описывается так же уравнением параболы второго порядка с коэффициентом аппроксимации кривой $R^2 = 0,677$.

То есть, селекционные образцы, обладающие большей урожайностью в питомнике переопыления первого года (g_1), с высокой долей вероятности имеют большую урожайность семян в g_2 , что подтверждается сильной положительной корреляцией ($r = 0,908$, $p < 0,05$).

Связь урожайности СВ и облиственности в g_1 и g_2 так же положительная, что подтверждено сильной положительной корреляцией ($r = 0,841$, $p < 0,05$), а доля листьев вегетативной массе сильно коррелировала в поколениях ($r = 0,926$, $p < 0,05$). Репродуктивное усилие, также положительно сопряжено в поколениях, что подтверждено корреляцией средней силы ($r = 0,669$, $p < 0,05$).



CD

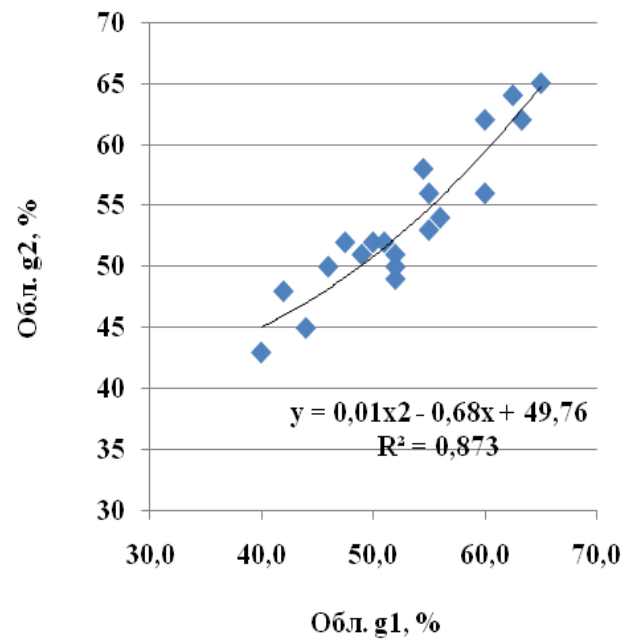


Рисунок 4.6 – Зависимость проявления изучаемых признаков, характеризующих семенную и кормовую продуктивность СГП люцерны в различных циклах переопыления, в среднем за 2017-2021 гг.

А – урожайность семян (УС), г/10м²; В – урожайностьСВ (УСВ), кг/10м²; С – репродуктивное усилие (РУ); D – облиственность (Обл.), %. g1 – переопыление первого цикла (первая генерация); g2 – переопыление второго цикла (вторая генерация); R² – достоверность аппроксимации.

Показатели качественных признаков, характеризующих ценность кормовой массы СГП различных циклов переопыления в различные годы исследований, приведены в приложении Г.1.

В таблице 4.20 приведены усредненные данные в среднем за 2017-2021 гг. В целом по опыту не установлено достоверной разницы между СГП и стандартом по содержанию общего протеина (колебания в пределах 17,98-20,05 %), кальция (колебания – 2,20 – 2,39 %).

Таблица 4.20 – Оценка потомства СГП люцерны различных циклов переопыления по содержанию общего протеина и макроэлементов в СВ биомассы в питомнике сравнительного испытания (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Репродукция | Протеин, % | | Кальций, % | | Фосфор, % | | Калий, % | |
|------------------------------|-------------|------------|------|------------|------|-----------|------|----------|------|
| | | М | Сv | М | Сv | М | Сv | М | Сv |
| Сапра (st) | ПР 2 | 19,83 | 6,9 | 2,23 | 19,6 | 0,245 | 18,6 | 1,48 | 11,9 |
| | ЭС | 19,89 | 5,0 | 2,24 | 23,3 | 0,257 | 17,3 | 1,52 | 11,8 |
| | в среднем | 19,86 | 5,8 | 2,24 | 21,3 | 0,251 | 17,8 | 1,50 | 11,6 |
| СГП-1 | g1 | 19,82 | 13,0 | 2,20 | 22,5 | 0,226 | 23,6 | 1,07 | 19,7 |
| | g2 | 20,28 | 10,4 | 2,20 | 17,5 | 0,237 | 21,8 | 1,21 | 5,0 |
| | в среднем | 20,05 | 11,6 | 2,20 | 19,1 | 0,232 | 22,6 | 1,14 | 11,0 |
| СГП-2 | g1 | 19,69 | 11,5 | 2,21 | 17,1 | 0,291 | 13,3 | 1,69 | 8,4 |
| | g2 | 19,67 | 11,3 | 2,27 | 13,4 | 0,315 | 12,7 | 1,78 | 5,6 |
| | в среднем | 19,68 | 11,4 | 2,24 | 13,7 | 0,303 | 12,7 | 1,73 | 6,8 |
| СГП-3 | g1 | 17,98 | 11,5 | 2,39 | 19,6 | 0,263 | 13,2 | 1,66 | 5,1 |
| | g2 | 18,72 | 5,9 | 2,38 | 19,0 | 0,263 | 11,4 | 1,74 | 5,1 |
| | в среднем | 18,35 | 8,6 | 2,39 | 16,4 | 0,263 | 12,0 | 1,70 | 4,8 |
| НСР ₀₅ | | 2,16 | | 0,27 | | 0,068 | | 0,23 | |

Растения СГП-1 характеризовались минимальным накоплением фосфора и достоверно уступали по этому показателю СГП-2 на 0,071 % в абсолютном исчислении, что в относительном исчислении составляло 30,6 %. СГП-2 превосходила стандарт по содержанию калия на 0,23 %.

Установлены наиболее низкие коэффициенты вариации по годам у СГП–2 по накоплению протеина, кальция, фосфора, что может свидетельствовать о большей стабильности и адаптивности этого номера к различным условиям. Не выявлено достоверной разницы между качественными показателями в различных генерациях СГП. Оценивая влияние различных факторов на качественные резуль-

тативные признаки методом двухфакторного дисперсионного анализа, нами выявлена различная сила влияния на них как организованных факторов, так условий года и случайных источников вариации (табл. 4.21).

Таблица 4.21 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа различных результативных признаков, характеризующих качество корма СГП люцерны различных циклов переопыления (генерации) (2017–2021 гг.)

| Результативный признак | Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _φ | F _{0,05} | h ² _x |
|---------------------------------|-------------------|-------|-----|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Содержание общего протеина в СВ | общее | 138,3 | 39 | - | - | - | 100,0 |
| | возраст травостоя | 44,1 | 4 | - | - | - | 31,9 |
| | случайное | 74,5 | 28 | 2,7 | - | - | 53,9 |
| | генотип (А) | 17,8 | 3 | 5,9 | 2,2 | 2,9 | 12,9 |
| | генерация (В) | 1,0 | 1 | 1,0 | 0,4 | 8,6 | 0,7 |
| | А×В | 0,9 | 3 | 0,3 | 0,1 | 8,6 | 0,7 |
| Содержание кальция в СВ | общее | 6,3 | 39 | - | - | - | 100,0 |
| | возраст травостоя | 4,4 | 4 | - | - | - | 69,5 |
| | случайное | 1,7 | 28 | 0,06 | - | - | 27,1 |
| | генотип (А) | 0,207 | 3 | 0,069 | 1,13 | 2,9 | 3,29 |
| | генерация (В) | 0,003 | 1 | 0,003 | 0,04 | 8,6 | 0,04 |
| | А×В | 0,005 | 3 | 0,002 | 0,03 | 8,6 | 0,08 |
| Содержание фосфора в СВ | общее | 0,09 | 39 | - | - | - | 100,0 |
| | возраст травостоя | 0,03 | 4 | - | - | - | 30,2 |
| | случайное | 0,03 | 28 | 0,001 | - | - | 36,6 |
| | генотип (А)* | 0,027 | 3 | 0,009 | 7,8 | 2,9 | 30,8 |
| | генерация (В) | 0,001 | 1 | 0,001 | 1,2 | 4,2 | 1,6 |
| | А×В | 0,001 | 3 | 0,000 | 0,2 | 8,6 | 0,8 |
| Содержание калия в СВ | общее | 3,36 | 47 | - | - | - | 100,0 |
| | возраст травостоя | 0,17 | 5 | - | - | - | 5,2 |
| | случайное | 0,48 | 35 | 0,01 | - | - | 14,2 |
| | генотип (А) * | 2,62 | 3 | 0,87 | 64,2 | 2,9 | 77,9 |
| | генерация (В)* | 0,07 | 1 | 0,07 | 5,33 | 4,1 | 2,2 |
| | А×В | 0,02 | 3 | 0,01 | 0,4 | 8,6 | 0,5 |

Примечание: D – сумма квадратов отклонений (девианта); s² – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; h²_x – сила влияния на результативный признак; *- влияние достоверно при p < 0,05.

Не установлено достоверного влияния организованных факторов «генотип», «генерация» (цикл переопыления), а так же их взаимодействие на результативные признаки «содержание общего протеина» и «содержание кальция»: h²_A=3,29...12,9%, h²_B=0,04...0,7 %. Эти показатели в большей степени зависели от возраста травостоя (h²_A=31,9...69,5%) и неучтенных случайных факторов F_φ<F_{0,05}.

Выявлена наибольшая доля генотипической составляющей общего варьирования результативного признака «содержание калия» ($h^2_A=77,9\%$). При этом, несмотря на относительно невысокую силу влияния фактора «генерация» на результативный признак «содержание калия» ($h^2_B=2,2\%$) нулевую гипотезу необходимо отвергнуть, поскольку $F_\phi < F_{0.05}$.

Содержание фосфора в СВ биомассы так же достаточно сильно зависит от генетических особенностей СГП. Дисперсионным анализом установлена сила влияния фактора «генотип» на уровне ($h^2_A=30,8\%$), а нулевую гипотезу влияния репродукции необходимо отвергнуть ($F_\phi < F_{0.05}$.) при $h^2_B=1,6\%$, что можно расценивать как положительное свойство, характеризующие стабильность СГП.

Таким образом, при оценке потомства СГП люцерны различных циклов перепыления в питомнике сравнительного испытания установлено, что доля общей дисперсии, обусловленная генотипом селекционных образцов, имеет наибольшее значение и силу влияния на результативные признаки, связанные с семенной продуктивностью люцерны изменчивой (урожайность семян, репродуктивное усилие), а так же признак облиственности растений.

Урожайность СВ в большей степени зависит от возраста травостоев, и случайных факторов и в значительно меньшей степени взаимодействия генотип-генерация. Установленный факт может свидетельствовать о высокой наследуемости признаков урожайность семян и облиственность, и меньшей их зависимости от случайных факторов и возраста травостоя. Это дает возможность потенциально эффективной селекции СГП люцерны на семенную продуктивность, методами, используемыми в наших исследованиях, с сохранением стабильной кормовой продуктивности.

Дальнейшее исследование СГП, созданных на основе форм с высокой самофертильностью, в конкурсном испытании (КСИ) при рядовом посеве в среднем за 2017-2021 гг., показало, что все СГП формировали урожайность зеленой массы на уровне стандарта.

Оценка урожайности СВ в среднем за 5 лет выявила достоверное превышение по этому показателю СГП-2 (с преобладанием пестрой окраски соцветий)

стандарта на 7,8 % и уровнем варьирования урожайности по годам $C_v=52,5$ %. Урожайность СВ остальных популяций находилась на уровне стандарта (табл.4.22).

Таблица 4.22 – Урожайность зеленой массы и СВ созданных СГП люцерны изменчивой в сравнении со стандартом в питомнике КСИ (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность зеленой массы, кг/10 м ² | | | Урожайность СВ, кг/10 м ² | | |
|------------------------------|---|--------|---------------|--------------------------------------|-------------|---------------|
| | М | ± к st | Cv по годам,% | М | ± к st | Cv по годам,% |
| Сарга (st) | 24,72 | - | 53,9 | 5,32 | - | 47,0 |
| СГП-1 | 23,79 | -0,93 | 59,4 | 5,31 | -0,01 | 53,4 |
| СГП-2 | 25,25 | 0,53 | 56,7 | 5,83 | 0,51 | 52,5 |
| СГП-3 | 25,64 | 0,92 | 55,2 | 5,28 | -0,04 | 45,8 |
| В среднем | 24,85 | 0,13 | 56,2 | 5,43 | 0,12 | 49,6 |
| НСР ₀₅ | 1,22 | | | 0,49 | | |

Примечание: М – среднее значение; Cv – коэффициент вариации

Семенная продуктивность изученных селекционных образцов так же различалась в зависимости от селекционных признаков и свойств. Созданные СГП-1 и СГП-2 превосходили стандарт по урожайности семян соответственно на 22,4 % и 20,2 % на уровне $p=0,05$. Наименьшее варьирование урожайности по годам отмечено у стандарта и СГП-3 (табл. 4.23).

Оценка взаимосвязи семенной и кормовой продуктивности изучаемых СГП, показала ее отсутствие, на всех этапах селекционного процесса. В конкурсном сортоиспытании не выявлено связи между этими показателями ($r=0,060$, $p > 0,05$).

Таблица 4.23 – Урожайность семян и репродуктивное усилие созданных СГП люцерны изменчивой в сравнении со стандартом в питомнике КСИ (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность семян, г/10 м ² | | | Репродуктивное усилие | | |
|------------------------------|--|--------|------|-----------------------|--------|------|
| | М | ± к st | Cv,% | М | ± к st | Cv,% |
| Сарга (st) | 68,6 | - | 27,1 | 1,69 | - | 67,2 |
| СГП-1 | 84,0 | 15,3 | 39,0 | 2,07 | 0,38 | 62,1 |
| СГП-2 | 82,5 | 13,8 | 66,7 | 1,63 | -0,06 | 57,7 |
| СГП-3 | 63,5 | -5,1 | 32,4 | 1,58 | -0,11 | 73,1 |
| В среднем | 74,7 | 6,0 | 40,6 | 1,70 | 0,01 | 62,2 |
| НСР ₀₅ | 13,8 | | | 0,36 | | |

Аналогичная тенденция установлена нами в описанных ранее питомниках оценки потомства СГП первого года g_1 ($r=0,254$, $p > 0,05$), и в селекционном питомнике оценки потомства СГП второго года g_2 ($r=0,126$, $p > 0,05$).

Эти факты свидетельствует об отсутствии обязательного условия снижения кормовой продуктивности при селекции на семенную продуктивность в силу различий генетических систем, контролирующих процесс плодообразования и надземной продуктивности в целом.

Оценивая качественные показатели получаемой кормовой массы изученных СГП, в сравнении с районированными сортами, изучали облиственность, содержание протеина, макроэлементов, количество кормовых единиц. Качественные показатели кормовой массы в зависимости от года исследований приведены в приложении Г.2.

В среднем за 2017-2021 гг. в питомнике КСИ не установлено значительных отличий между селекционными образцами по содержанию протеина, валовой энергии, кормовых единиц, содержанию кальция, фосфора и облиственности. Все изученные СГП находились на уровне стандарта (табл. 4.24).

Таблица 4.24 – Качество кормовой массы СГП люцерны изменчивой в сравнении со стандартом в питомнике КСИ (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | ОБЛ, % | СП, % | ВЭ, МДж/кг | КЕ | Са, % | Р, % | К, % |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Сарга (st) | 52,8 | 19,17 | 18,59 | 0,82 | 2,41 | 0,252 | 1,25 |
| СГП-1 | 50,2 | 19,93 | 18,73 | 0,81 | 2,38 | 0,267 | 1,36 |
| СГП-2 | 51,1 | 18,66 | 18,58 | 0,78 | 2,42 | 0,267 | 1,19 |
| СГП-3 | 51,0 | 18,85 | 18,69 | 0,82 | 2,35 | 0,269 | 1,17 |
| В среднем | 51,3 | 19,05 | 18,65 | 0,81 | 2,39 | 0,266 | 1,23 |
| НСР ₀₅ | $F_t < F_{0,05}$ | $F_t < F_{0,05}$ | $F_t < F_{0,05}$ | $F_t < F_{0,05}$ | $F_t < F_{0,05}$ | $F_t < F_{0,05}$ | $F_t < F_{0,05}$ |

Примечание – ОБЛ - облиственность, %; СП – содержание общего протеина в СВ, %; КЕ – содержание кормовых единиц в СВ; ВЭ – содержание валовой энергии, МДж/кг; Са – содержание кальция в СВ; Р – содержание фосфора в СВ, %; К – содержание калия в СВ, %;

Таким образом, создание сложногогибридных популяций (СГП) люцерны изменчивой на основе форм с высокой самофертильностью, полученных путем отбора наиболее обсемененных форм для создания первичных смесей (g_0) на стеллажах ускоренного размножения (СУВР), с последующим двукратным переопы-

лением на изолированных участках – перспективный селекционный прием, позволяющий создавать исходный материал с высоким потенциалом семенной и кормовой продуктивности.

При создании сложногибридных популяций для условий Среднего Урала наибольшую перспективность имеют формы с высокой самофертильностью и пестрой окраской соцветий, обладающие стабильной семенной продуктивностью в поколениях первой (g1) и второй (g2) генерации, достоверно превосходя стандарт соответственно на 58,9 г/ 10 м² (77,1%) и 60,9 г/ 10 м² (78,7 %).

Данные, полученные в питомниках оценки потомства оценки СГП первой генерации (g1) с высокой долей вероятности можно экстраполировать на вторую как по урожайности семян ($r=0,908$), так и по урожайности СВ ($r=0,841$). Доля влияния фактора «генотип» занимает большую долю в общей изменчивости резульативного признака «урожайность семян» ($h^2_A=46,2$ %), в сравнении с изменчивостью признака «урожайность СВ» ($h^2_A=0,9$ %), более зависящего от возраста травостоя ($h^2_{BT}=70,6$ %).

В конкурсном сортоиспытании СГП-2 обладала достоверно большей продуктивностью как СВ (выше стандарта на 10 %), так и семян (выше стандарта на 20,4 %), притом, что СГП-1 и СГП-3 по урожайности СВ были на уровне стандарта, сорта Сарга. В целом по опыту установлено отсутствие сопряженности кормовой продуктивности селекционных образцов и их семенной продуктивности ($r=0,254...0,126$), что свидетельствует о возможности создания сложногибридных популяций, обладающих одновременно и высокой самофертильностью и высокой кормовой продуктивностью. В целом по комплексу признаков можно рекомендовать сложногибридную популяцию СГП-2 для передачи в Государственное сортоиспытание.

ГЛАВА 5 ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЮЦЕРНЫ В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ

Конкурсное сортоиспытание является основным сортоиспытанием, в котором дают оценку самым лучшим селекционным формам, выделяя те, которые превосходят районированные сорта. В питомниках конкурсного сортоиспытания проводят комплексную оценку главным образом по хозяйственно-полезным свойствам, сравнивая селекционные образцы не только между собой и стандартом, но и с лучшими сортами других селекционных учреждений. Фактически это завершающая часть селекционной работы, определяющая результат проведенных исследований [Гужев и др., 2003; Ткаченко и др., 2005]. В наших исследованиях проведено четыре цикла конкурсного сортоиспытания.

5.1 Питомник конкурсного сортоиспытания № 1 закладки 2004 г. (КСИ 1)

В питомнике конкурсного сортоиспытания в период 2005-2008 гг. оценивали 16 сортов и созданных селекционных образцов по признакам зимостойкости, высоты растений, урожайности СВ, урожайности семян. Изученные селекционные образцы значительно варьировали по этим показателям.

В опыте в среднем за 2005-2008 гг. урожайность СВ колебалась в зависимости от сорта в пределах 6,48-8,25 т/га с варьированием по годам различных образцов $C_v=8,4-31,1\%$. Содержание общего протеина колебалось в пределах 18,5-20,1 % с невысоким варьированием по годам ($C_v=0,6-6,6\%$). Семенная продуктивность в среднем за 4 года исследований колебалась в пределах 204,8-683,5 кг/га с варьированием по годам в зависимости от сорта $C_v=55,3-114,0\%$.

Селекционные образцы люцерны, изученные в питомнике КСИ 1, оценены по зимостойкости, как важнейшему хозяйственному признаку (табл. 5.1). В целом по опыту зимостойкость образцов была высокой и колебалась в пределах 76,9-90,8 %.

Таблица 5.1 – Средняя высота и зимостойкость растений сортов и селекционных образцов люцерны в питомнике КСИ 1 (посев 2004 г., в среднем за 2005-2008 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Высота, см | | | Зимостойкость, % | | |
|------------------------------|------------|------------|-------|------------------|------------|-------|
| | М | \pm к ст | Cv, % | М | \pm к ст | Cv, % |
| Сарга (st) | 78,5 | - | 9,5 | 89,3 | - | 1,3 |
| 20-89 Н | 68,6 | -10,0 | 29,0 | 89,3 | 0,0 | 1,6 |
| Лада | 71,9 | -6,7 | 20,4 | 89,4 | 0,1 | 1,5 |
| Селена | 85,8 | 7,3 | 10,3 | 85,8 | -3,5 | 3,3 |
| 192-92 | 71,3 | -7,2 | 12,5 | 85,7 | -3,6 | 0,2 |
| Уралочка | 75,0 | -3,6 | 11,2 | 89,6 | 0,3 | 2,3 |
| 195-01 | 81,2 | 2,7 | 8,1 | 87,9 | -1,4 | 2,3 |
| Луговая 67 | 72,8 | -5,8 | 26,0 | 90,8 | 1,6 | 1,9 |
| Артемиды | 77,4 | -1,1 | 3,8 | 76,9 | -12,4 | 2,7 |
| Вега 87 | 69,9 | -8,7 | 22,0 | 87,0 | -2,3 | 2,5 |
| Находка | 85,1 | 6,6 | 2,7 | 87,0 | -2,3 | 0,3 |
| 194-01 | 75,5 | -3,1 | 13,8 | 89,0 | -0,3 | 4,4 |
| 196-01 | 81,0 | 2,5 | 7,5 | 84,8 | -4,5 | 0,8 |
| 190-91Св | 70,2 | -8,3 | 14,5 | 86,6 | -2,7 | 2,0 |
| 193-95 д | 71,7 | -6,8 | 14,7 | 85,9 | -3,4 | 0,2 |
| 15-87 Н | 71,4 | -7,1 | 26,5 | 84,5 | -4,8 | 0,6 |
| НСР ₀₅ | | 5,5 | | | 3,3 | |

Наименьшей зимостойкостью характеризовался сорт Артемиды – достоверно на 12,4 % ниже стандарта.

Селекционные образцы 196-01, 193-95д, 15-87Н, а так же сорт Селена обладали зимостойкостью на 3,5-4,8 % ниже стандарта. Остальные селекционные образцы по зимостойкости находились на уровне стандарта.

В среднем по опыту длина стебля люцерны составляла 75,4 см с пределами колебаний от 68,6 до 85,8 см. Наиболее высокие травостои формировались сортами Селена и Находка, соответственно на 7,3 и 6,6 см выше стандарта. Селекционные образцы 190-91Св, 193-95д, 15-87Н, 192-92, сорта Вега 87, Луговая 67 были на 6,7-8,3 см ниже стандарта – сорта Сарга. Селекционный образец 20-89Н имел минимальную высоту травостоя, со средней длиной стеблей на 10,0 см ниже стандарта.

Установлено, что сорта и селекционные образцы с более высоким травостоем имеют тенденцию к более низкой зимостойкости, что подтверждено достоверно.

ной ($p < 0,05$) отрицательной корреляцией между длиной стебля и зимостойкостью растений ($r = -0,392$).

В таблице 5.2 представлены данные по урожайности семян. В различные годы исследований средняя урожайность по опыту колебалась от 810,8 кг/га на второй год жизни травостоев, до 84,8 кг/га – на четвертый год жизни травостоев. На третий и 4 год жизни травостоев средняя урожайность семян по опыту отличалась незначительно и составляла, соответственно, 406,1 кг/га в 2006 г. и 418,1 кг/га в 2007 г.

Варьирование урожайности по сортам находилось в зависимости от года в пределах $C_v = 26,8-46,6\%$, а в среднем за 4 года исследований – $C_v = 30,8\%$.

Таблица 5.2 – Урожайность семян сортов и селекционных образцов люцерны в питомнике КСИ 1 (посев 2004 г.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность семян, кг/га по годам исследований | | | | | ± к st | Cv, % |
|------------------------------|--|-------|-------|------|---------|--------|-------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | среднее | | |
| Сарга (st) | 910 | 637 | 608 | 106 | 565,3 | - | 59,3 |
| 20-89 Н | 1179 | 762 | 667 | 126 | 683,5 | 118,2 | 63,4 |
| Лада | 524 | 143 | 358 | 38 | 265,8 | -299,5 | 81,9 |
| Селена | 560 | 247 | 236 | 139 | 295,5 | -269,8 | 61,9 |
| 192-92 | 982 | 560 | 560 | 85 | 546,8 | -18,5 | 67,0 |
| Уралочка | 1012 | 500 | 679 | 98 | 572,3 | 7,0 | 66,5 |
| 195-01 | 1072 | 295 | 154 | 81 | 400,5 | -164,8 | 114,0 |
| Луговая 67 | 863 | 210 | 322 | 41 | 359,0 | -206,2 | 99,0 |
| Артемида | 429 | 179 | 154 | 57 | 204,8 | -360,5 | 77,4 |
| Вега 87 | 714 | 286 | 405 | 65 | 367,5 | -197,8 | 73,6 |
| Находка | 679 | 286 | 250 | 67 | 320,5 | -244,8 | 80,3 |
| 194-01 | 846 | 345 | 317 | 73 | 395,3 | -170,0 | 82,1 |
| 196-01 | 714 | 334 | 264 | 110 | 355,5 | -209,8 | 72,2 |
| 190-91Св | 940 | 560 | 417 | 83 | 500,0 | -65,2 | 71,0 |
| 193-95 д | 965 | 510 | 566 | 91 | 533,0 | -32,2 | 67,1 |
| 15-87 Н | 583 | 643 | 732 | 98 | 514,0 | -51,2 | 55,3 |
| НСР ₀₅ | 217,1 | 189,3 | 192,3 | 28,1 | 162 | - | - |

Из всех изученных сортов и селекционных образцов, особый интерес представляют шесть, находящиеся на уровне и превосходящие стандарт по семенной продуктивности сорт Сарга: 20-89Н, 192-92, Уралочка, 190-91Св, 193-95д, 15-87Н.

Установлено, что в среднем за 4 года использования семенных травостоев селекционный образец 20-89Н достоверно превосходил стандарт на 118,2 кг/га. Колебания его урожайности семян в зависимости от года использования травостоев составили 126-1179 кг/га. Этот же селекционный образец обеспечивал наибольшее продуктивное долголетие, оцененное как семенная продуктивность на 5 год жизни травостоев (126 кг/га). Сорт Уралочка и селекционные образцы 192-92, 190-91Св, 193-95д, 15-87 Н, с урожайностью семян в среднем за 4 года исследований 500,0-546,8 кг/га, были на уровне стандарта.

Селекционные сорта Лада, Селена, Луговая 67, Артемида, Вега 87, Находка, селекционные номера 195-01, 194-01, 196-01 в среднем за 4 года исследований достоверно уступали стандарту сорту Сарга на 164,8-299,5 кг/га или 29,2-52,9 %. Средняя урожайность по опыту составляла от 5,67 т/га СВ в 2007 г. (4 год жизни травостоев) до 7,89 т/га в 2005 г. (2 год жизни) и отличалась большей стабильностью по сравнению с урожайностью семян по сортам ($C_v=7,5-16,5$ %).

Наибольшую урожайностью СВ в среднем за 4 года использования травостоев за 2005-2008 гг. обеспечивали селекционные образцы 20-89Н и 192-92, они превосходили стандарт соответственно на 1,27 и 1,32 т/га. Наименьшую продуктивность СВ в среднем за 4 года использования травостоев показали сорта Луговая 67 (7,08 т/га), Артемида (7,06 т/га), 190-91Св (6,81 т/га), 193-95д (6,92 т/га), 15-87Н (6,48 т/га), сорт Сарга, принятый за стандарт (6,94 т/га) (табл. 5.3).

В питомнике КСИ 1 в период исследований 2005-2008 гг. установлена тенденция повышения семенной продуктивности образцов по мере увеличения урожайности СВ, что подтверждено корреляцией Пирсона средней силы ($r=0,665$) и ранговой корреляцией Спирмена средней силы ($r_s=0,634$), при $p<0,05$. Наибольшим содержанием белка в СВ отличался сорт Луговая 67, достоверно превосходя стандарт в среднем за 4 года исследований на 0,98 % в абсолютном исчислении. Сорта Селена, Артемида, Находка и селекционные образцы 192-92, 195-01, 196-01, 190-91Св, 15-87 Н достоверно уступали стандарту по этому показателю на 0,71-2,96 % в абсолютном исчислении. Остальные сорта и селекционные образцы находились на уровне стандарта.

Таблица 5.3 – Урожайность СВ сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой в питомнике КСИ 1 и содержание общего протеина, (посев 2004 г.)

| Сорта и селекционные образцы | Годы исследований | | | | среднее | ± к st | Cv, % |
|-------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|---------|--------|-------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | | | |
| Урожайность СВ, т/га | | | | | | | |
| Сарга (st) | 9,71 | 7,03 | 6,55 | 4,46 | 6,94 | - | 31,1 |
| 20-89 Н | 10,27 | 8,51 | 8,12 | 5,94 | 8,21 | 1,27 | 21,7 |
| Лада | 9,92 | 8,32 | 8,46 | 5,53 | 8,06 | 1,12 | 22,8 |
| Селена | 9,17 | 8,92 | 7,00 | 7,26 | 8,09 | 1,15 | 13,8 |
| 192-92 | 9,21 | 8,74 | 9,54 | 5,52 | 8,25 | 1,32 | 22,4 |
| Уралочка | 9,12 | 8,02 | 8,07 | 5,70 | 7,73 | 0,79 | 18,7 |
| 195-01 | 9,43 | 7,65 | 8,35 | 6,60 | 8,01 | 1,07 | 14,9 |
| Луговая 67 | 9,38 | 7,43 | 7,38 | 4,13 | 7,08 | 0,14 | 30,7 |
| Артемиды | 7,13 | 9,53 | 6,57 | 5,00 | 7,06 | 0,12 | 26,6 |
| Вега 87 | 8,86 | 7,59 | 7,57 | 5,74 | 7,44 | 0,50 | 17,3 |
| Находка | 8,32 | 8,05 | 8,55 | 6,77 | 7,92 | 0,98 | 10,0 |
| 194-01 | 8,87 | 7,46 | 8,02 | 6,73 | 7,77 | 0,83 | 11,6 |
| 196-01 | 7,71 | 8,26 | 7,75 | 6,73 | 7,61 | 0,67 | 8,4 |
| 190-91Св | 7,96 | 7,07 | 7,57 | 4,64 | 6,81 | -0,13 | 21,9 |
| 193-95 д | 8,09 | 6,75 | 7,79 | 5,06 | 6,92 | -0,02 | 19,8 |
| 15-87 Н | 7,11 | 6,94 | 6,89 | 4,98 | 6,48 | -0,46 | 15,5 |
| НСР ₀₅ | 0,95 | 0,79 | 0,79 | 0,94 | 1,07 | - | - |
| Содержание общего протеина, % | | | | | | | |
| Сарга (st) | 20,14 | 20,19 | 20,10 | 19,90 | 20,1 | - | 0,6 |
| 20-89 Н | 20,06 | 20,27 | 19,55 | 19,90 | 19,9 | -0,14 | 1,5 |
| Лада | 19,67 | 20,08 | 20,20 | 18,70 | 19,7 | -0,42 | 3,5 |
| Селена | 19,21 | 19,51 | 20,05 | 17,20 | 19,0 | -1,09 | 6,6 |
| 192-92 | 17,15 | 17,65 | 17,40 | 16,30 | 17,1 | -2,96 | 3,4 |
| Уралочка | 19,98 | 19,95 | 20,70 | 19,25 | 20,0 | -0,11 | 3,0 |
| 195-01 | 18,94 | 18,77 | 20,65 | 18,05 | 19,1 | -0,98 | 5,8 |
| Луговая 67 | 21,02 | 21,07 | 21,45 | 20,70 | 21,1 | 0,98 | 1,5 |
| Артемиды | 18,96 | 19,18 | 19,40 | 18,00 | 18,9 | -1,20 | 3,3 |
| Вега 87 | 20,12 | 20,52 | 20,20 | 19,30 | 20,0 | -0,05 | 2,6 |
| Находка | 18,54 | 18,90 | 19,00 | 17,55 | 18,5 | -1,59 | 3,6 |
| 194-01 | 19,78 | 20,01 | 20,70 | 18,65 | 19,8 | -0,30 | 4,3 |
| 196-01 | 18,42 | 18,65 | 18,55 | 17,45 | 18,3 | -1,82 | 3,0 |
| 190-91Св | 18,89 | 18,83 | 20,00 | 18,30 | 19,0 | -1,08 | 3,8 |
| 193-95 д | 19,56 | 19,75 | 21,05 | 18,75 | 19,8 | -0,31 | 4,8 |
| 15-87 Н | 19,35 | 19,30 | 20,60 | 18,25 | 19,4 | -0,71 | 5,0 |
| НСР ₀₅ | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 0,59 | - | - |

Таким образом, по комплексу полезных селекционных признаков и свойств, изученных в КСИ 1 в среднем за 2005-2008 гг. наибольшей ценностью обладает

селекционный образец 20-89Н, превосходящий в условиях Среднего Урала стандарт по семенной продуктивности на 20,9 % и урожайности СВ на 18,3 %.

Селекционный образец 192-92, превосходит стандарт по урожайности СВ на 18,9 % и не уступает стандарту по семенной продуктивности. Сорт Уралочка, а так же селекционные образцы 190-91Св, 193-95д, 15-87Н необходимо использовать в дальнейшей работе как возможные источники высокой семенной продуктивности. Сорт Луговая 67 целесообразно использовать как источник высокого содержания протеина. Не установлено антагонизма между семенной продуктивностью селекционных образцов и урожайностью СВ.

5.2 Питомник конкурсного сортоиспытания № 2 закладки 2007 г. (КСИ 2)

В питомнике конкурсного сортоиспытания № 2 в период 2008-2011 гг. оценивали 16 сортов и созданных селекционных образцов по признакам урожайности СВ, урожайности семян, содержанию белка. Однако акцент делался на изучение семенной продуктивности. В среднем за 2008-2011 гг. урожайность семян колебалась в пределах 246,3-555,3 кг/га при варьировании по годам $C_v=44,4-93,2\%$.

Урожайность СВ колебалась в зависимости от сорта в пределах 5,95-7,94 т/га с варьированием по годам $C_v=10,3-24,8\%$. Содержание общего протеина изменялось в пределах 19,5-20,9 % с варьированием по годам $C_v=4,3-13,8\%$.

Оценка семенной продуктивности сортов и селекционных образцов, превосходящих остальные на величину стандартного отклонения в среднем за 2008-2011 гг., позволила выделить семь лучших и провести их комплексную оценку: Сарга (st), 192-92, 20-89Н, Уралочка, 198-06, 194-01, 193-95д.

Результаты исследований показали, что в среднем за 2008-2011 гг. достоверно при $p<0,05$, по урожайности семян созданный селекционный образец 20-89Н превышал стандарт на 33,2 %, а селекционный образец 193-95д – на 48,3 %.

Сорт Лада достоверно уступал стандарту на 40,8 %. Остальные номера по семенной продуктивности находились на уровне стандарта (табл. 5.4).

Таблица 5.4 – Урожайность семян сортов и селекционных образцов люцерны в питомнике КСИ 2 (посев 2007 г.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность семян, кг/га по годам исследований | | | | | ± k st | Cv, % |
|------------------------------|--|-------|-------|-------|---------|--------|-------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | среднее | | |
| Сарга (st) | 145 | 568 | 712 | 238 | 415,8 | - | 64,5 |
| 192-92 | 139 | 756 | 671 | 466 | 508,0 | 92,3 | 54,0 |
| 20-89 Н | 244 | 765 | 976 | 236 | 555,3 | 139,5 | 67,4 |
| Луговая 67 | 190 | 586 | 654 | 190 | 405,0 | -10,8 | 61,7 |
| 195-01 | 41 | 750 | 850 | 157 | 449,5 | 33,8 | 91,1 |
| Уралочка | 154 | 629 | 843 | 443 | 517,3 | 101,5 | 56,5 |
| 196-01 | 41 | 671 | 760 | 214 | 421,5 | 5,8 | 82,7 |
| Лада | 51 | 300 | 505 | 129 | 246,3 | -169,5 | 81,8 |
| Находка | 97 | 621 | 446 | 114 | 319,5 | -96,3 | 80,5 |
| 198-06 | 175 | 671 | 650 | 526 | 505,5 | 89,8 | 45,4 |
| 193-95 | 37 | 763 | 618 | 250 | 417,0 | 1,3 | 79,8 |
| 194-01 | 50 | 500 | 997 | 226 | 443,3 | 27,5 | 93,2 |
| Селена | 43 | 510 | 307 | 171 | 257,8 | -158,0 | 77,5 |
| 193-95 д | 254 | 760 | 896 | 557 | 616,8 | 201,0 | 45,3 |
| Вега 87 | 20 | 529 | 771 | 246 | 391,5 | -24,3 | 83,7 |
| 197-96 | 170 | 486 | 415 | 246 | 329,3 | -86,5 | 44,4 |
| НСР ₀₅ | 77,9 | 131,8 | 200,6 | 140,9 | 139,4 | - | - |

По урожайности СВ селекционный номер 192-92 достоверно превосходил стандарт на 9 %, 20-89Н и сорт Уралочка были на уровне стандарта, а 198-06, 194-01, 193-95д достоверно уступали стандарту на 9,2-16,3% (табл. 5.5).

В целом по опыту с учетом оценки всех изученных образцов, подтверждена тенденция, отмеченная в питомнике КСИ 1 об отсутствии отрицательной зависимости между урожайностью СВ и урожайностью семян, подтвержденная достоверной положительной корреляцией рангов Спирмена ($r_s=0,365$, при $p<0,05$).

В опыте не установлено значительных отличий по содержанию сырого протеина. Его уровень в различные годы в среднем по всем сортам и селекционным образцам изменялся в узких пределах – от 18,35 % в 2008 г. (2 год жизни травостоев) до 20,86 % в 2010 г. (4 год жизни травостоев) при варьировании от $Cv=3,0$ % до $Cv=5,69$ %.

Таблица 5.5 – Урожайность СВ сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой в питомнике КСИ 2 и содержание сырого протеина, (посев 2007 г.)

| Сорта и селекционные образцы | Годы исследований | | | | среднее | ± к st | Cv, % |
|-------------------------------|-------------------|------|------|------|-----------------------|--------|-------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | | | |
| Урожай СВ, т/га | | | | | | | |
| Сарга (st) | 8,66 | 7,65 | 5,9 | 6,98 | 7,30 | - | - |
| 192-92 | 8,47 | 9,71 | 6,63 | 6,96 | 7,94 | 0,65 | 17,9 |
| 20-89 Н | 8,7 | 8,91 | 5,4 | 7,55 | 7,64 | 0,34 | 21,1 |
| Луговая 67 | 8,34 | 8,09 | 6,16 | 7,08 | 7,42 | 0,12 | 13,5 |
| 195-01 | 9,13 | 6,96 | 5,48 | 5,63 | 6,80 | -0,50 | 24,8 |
| Уралочка | 7,6 | 8,33 | 6,56 | 6,86 | 7,34 | 0,04 | 10,8 |
| 196-01 | 8,69 | 6,88 | 6,22 | 5,83 | 6,91 | -0,39 | 18,3 |
| Лада | 7,87 | 7,75 | 5,81 | 6,53 | 6,99 | -0,31 | 14,2 |
| Находка | 7,35 | 7,42 | 5,34 | 7,3 | 6,85 | -0,45 | 14,7 |
| 198-06 | 8,15 | 6,46 | 5,35 | 6,28 | 6,56 | -0,74 | 17,8 |
| 193-95 | 8,01 | 6,61 | 5,91 | 6,56 | 6,77 | -0,53 | 13,1 |
| 194-01 | 7,92 | 6,19 | 6,16 | 6,23 | 6,63 | -0,67 | 13,0 |
| Селена | 7,67 | 6,43 | 5,49 | 6,78 | 6,59 | -0,71 | 13,7 |
| 193-95 д | 6,78 | 6,35 | 5,29 | 6,01 | 6,11 | -1,19 | 10,3 |
| Вега 87 | 7,07 | 5,9 | 5,29 | 5,55 | 5,95 | -1,35 | 13,2 |
| 197-96 | 7,38 | 4,94 | 5,07 | 6,55 | 5,99 | -1,31 | 19,8 |
| НСР ₀₅ | 0,66 | 1,21 | 0,48 | 0,59 | 0,65 | - | - |
| Содержание сырого протеина, % | | | | | | | |
| Сарга (st) | 16,9 | 20,9 | 19,8 | 21,7 | 19,8 | - | 10,7 |
| 192-92 | 18,8 | 19,8 | 20,1 | 21,4 | 20,0 | 0,2 | 5,5 |
| 20-89 Н | 17,7 | 19,9 | 20,2 | 20,1 | 19,4 | -0,4 | 6,2 |
| Луговая 67 | 18,0 | 20,3 | 20,2 | 21,1 | 19,9 | 0,1 | 6,8 |
| 195-01 | 18,8 | 19,8 | 22,0 | 20,6 | 20,3 | 0,5 | 6,8 |
| Уралочка | 18,7 | 20,4 | 19,8 | 19,0 | 19,5 | -0,3 | 4,1 |
| 196-01 | 18,7 | 19,3 | 20,7 | 18,5 | 19,3 | -0,5 | 5,1 |
| Лада | 18,9 | 20,9 | 20,0 | 20,7 | 20,1 | 0,3 | 4,6 |
| Находка | 18,2 | 20,1 | 21,9 | 22,1 | 20,6 | 0,8 | 8,8 |
| 198-06 | 17,8 | 19,2 | 20,5 | 20,5 | 19,5 | -0,3 | 6,6 |
| 193-95 | 17,8 | 19,5 | 20,8 | 19,8 | 19,5 | -0,3 | 6,4 |
| 194-01 | 18,5 | 20,7 | 20,2 | 20,1 | 19,9 | 0,1 | 4,9 |
| Селена | 18,1 | 20,0 | 21,0 | 19,5 | 19,6 | -0,2 | 6,2 |
| 193-95 д | 19,8 | 20,6 | 22,0 | 20,9 | 20,8 | 1,0 | 4,3 |
| Вега 87 | 18,8 | 19,9 | 20,8 | 20,4 | 20,0 | 0,2 | 4,5 |
| 197-06 | 18,1 | 18,9 | 23,7 | 23,2 | 20,9 | 1,1 | 13,8 |
| НСР ₀₅ | 0,7 | 0,6 | 1,1 | 1,2 | $F_{\phi} < F_{0.05}$ | - | - |

Все изученные образцы по содержанию общего протеина находились на уровне стандарта. Содержание показателя в СВ в среднем за период исследований 2008-2011 гг. находилось в пределах 19,3-20,9 % с варьированием между образцами $C_v=2,48$ %.

Таким образом, по комплексу признаков высокой семенной продуктивности, урожайности СВ и содержания общего протеина особую ценность представляют селекционный образец 20-89Н, сорт Уралочка и селекционный образец 192-92. Это подтверждает наши данные, полученные ранее в питомнике КСИ 1. Селекционный образец 193-95д, обладающий высокой семенной продуктивностью, можно расценивать как ценный источник для использования в селекции на семенную продуктивность, что так же подтверждает наши ранее полученные данные. В результате оценки селекционных образцов в питомнике КСИ 2 установлено не только отсутствие антагонизма между семенной и кормовой продуктивностью, а так же отмечена тенденция роста семенной продуктивности люцерны с увеличением урожайности СВ.

5.3 Питомник конкурсного сортоиспытания № 3 закладки 2011 г. (КСИ 3)

В третьем цикле конкурсного сортоиспытания в питомнике конкурсного испытания № 3 проведена оценка 15 сортов и селекционных образцов по признакам урожайности СВ и семян.

Урожайность семян в среднем по опыту колебалась от 419,8 кг/га в 2015 г. (4 год жизни травостоев), до рекордных 1 082,92 кг/га в 2013 г. с уровнем варьирования в зависимости от урожайности отдельных образцов в пределах от $C_v=42,5$ % в 2012 г., до $C_v=18,9$ % в 2013 г. (табл. 5.6).

При средней по опыту урожайности семян за весь период исследований 653,13 кг/ га выявлено, что на величину стандартного отклонения в среднем за 2012-2015 гг. превосходили следующие селекционные образцы: Сарга (st), Виктория, 193-95 д, 192-92, 197-06, 198-06, Уралочка, Находка.

Таблица 5.6 – Урожайность семян сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой в питомнике КСИ 3 (посев 2011 г.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность семян, кг/га по годам исследований | | | | ± к st | Cv, % |
|------------------------------|--|------|------|---------|--------|-------|
| | 2012 | 2013 | 2015 | среднее | | |
| Сарга(st) | 573 | 952 | 440 | 655 | - | 40,6 |
| Виктория | 671 | 1180 | 491 | 781 | 126 | 45,8 |
| 193-95 д | 450 | 1161 | 500 | 704 | 49 | 56,4 |
| 192-92 | 629 | 1133 | 482 | 748 | 93 | 45,6 |
| 197-06 | 829 | 1238 | 278 | 782 | 127 | 61,6 |
| 196-06 | 436 | 1066 | 393 | 632 | -23 | 59,6 |
| 198-06 | 643 | 1250 | 357 | 750 | 95 | 60,8 |
| Уралочка | 648 | 1203 | 429 | 760 | 105 | 52,5 |
| 204-06 | 214 | 1018 | 339 | 524 | -131 | 82,6 |
| 210-06 | 286 | 1228 | 268 | 594 | -61 | 92,4 |
| 199-06 | 271 | 1072 | 429 | 591 | -64 | 71,8 |
| 203-06 | 300 | 1081 | 427 | 603 | -52 | 69,5 |
| 202-06 | 250 | 1124 | 339 | 571 | -84 | 84,2 |
| 15-87 Н | 329 | 408 | 536 | 424 | -231 | 24,6 |
| Находка | 314 | 1130 | 589 | 678 | 23 | 61,3 |
| НСР ₀₅ | 193 | 204 | 92 | 226 | - | - |

При этом стандарт достоверно не превосходил ни один из изученных селекционных номеров, с колебанием урожайности семян от 80,0 % до 119,4 % от стандарта при его средней урожайности 655 кг/га. Урожайность семян достоверно ниже стандарта получена при возделывании 15-87 Н (на 231кг/га меньше сорта Сарга).

Средняя урожайность СВ в среднем по опыту составляла 6,83 т/га в 2012 году, 6,77 т/га в 2013 году, 7,84 т/га в 2014 году и 3,42 т/га в 2015 году при средней по опыту за весь период исследований 5,72 т/га (табл. 5.7).

Установлено невысокое варьирование урожайности СВ по годам исследований между сортами и селекционными образцами, соответственно Cv=12,6 % в 2012 г., Cv=10,2 % – в 2013 г., Cv=12,56 % – в 2014 г. и Cv=17,94 % – в 2015 г. при среднем варьировании между сортами и селекционными образцами в среднем за весь четырехлетний период исследований Cv=7,75 %.

Таблица 5.7 – Урожайность СВ различных сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой в питомнике КСИ 3 и содержание общего протеина (посев 2007 г.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность СВ, т/га по годам исследований | | | | | ± к st | Cv, % |
|------------------------------|--|------|------|------|---------|--------|-------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | среднее | | |
| Сарга (st) | 6,69 | 6,07 | 6,45 | 3,68 | 5,72 | - | 24,2 |
| Виктория | 8,57 | 7,76 | 7,1 | 4,35 | 6,95 | 1,22 | 26,4 |
| 193-95 д | 7,11 | 7,52 | 7,06 | 4,22 | 6,48 | 0,75 | 23,5 |
| 192-92 | 6,49 | 6,98 | 7,41 | 3,49 | 6,09 | 0,37 | 29,1 |
| 197-06 | 6,15 | 6,1 | 6,59 | 2,88 | 5,43 | -0,29 | 31,6 |
| Уралочка×Луговая 67 | 6,26 | 6,41 | 7,07 | 3,16 | 5,73 | 0,00 | 30,5 |
| 198-06 | 6,57 | 6,21 | 7,12 | 2,98 | 5,72 | 0,00 | 32,6 |
| Уралочка | 8,44 | 7,67 | 7,78 | 3,09 | 6,75 | 1,02 | 36,5 |
| 204-06 | 7,63 | 7,76 | 8,92 | 3,67 | 7,00 | 1,27 | 32,8 |
| 210-06 | 6,99 | 6,63 | 8,48 | 2,60 | 6,18 | 0,45 | 40,7 |
| 199-06 | 6,42 | 6,63 | 8,05 | 4,69 | 6,45 | 0,73 | 21,4 |
| 203-06 | 6,99 | 7,34 | 8,95 | 3,13 | 6,60 | 0,88 | 37,4 |
| 202-06 | 5,91 | 6,66 | 8,98 | 3,63 | 6,30 | 0,57 | 35,0 |
| 15-87 Н | 5,46 | 5,72 | 9,7 | 2,99 | 5,97 | 0,24 | 46,5 |
| Находка | 6,71 | 6,13 | 7,91 | 2,8 | 5,89 | 0,17 | 37,2 |
| НСР ₀₅ | 0,86 | 0,69 | 0,98 | 0,61 | 1,02 | - | - |

По урожайности СВ селекционный номер 204-06, новый сорт Виктория (в предыдущих исследованиях – селекционный номер 20-89Н), а так же сорт Уралочка достоверно превосходили стандарт на 1,27, 1,22 и 1,02 т/га соответственно. Все остальные – достоверно не отличались от стандарта. Однако селекционный номер 204-06 уступал стандарту по урожайности семян на 20 %.

Установлена тенденция большей семенной продуктивности селекционных образцов, отличающихся большей урожайностью СВ, что подтверждено положительной корреляцией Пирсона между урожайностью СВ и урожайностью семян в период 2011-2015 гг. ($r=0,513$) и положительной корреляцией рангов Спирмена средней силы ($r_s=0,586$) при $p<0,05$.

Таким образом, по результатам конкурсного сортоиспытания КСИ 3 можно выделить селекционные образцы, отличающиеся как достоверно более высокой кормовой продуктивностью, оцененной, как по урожайности СВ, так и по урожайности семян: сорт Виктория (в предыдущих исследованиях селекционный но-

мер 20-89Н) и сорт Уралочка. Потенциальными источниками высокой семенной продуктивности являются селекционные номера 193-95д, 192-92, уже показавшие высокую урожайность семян в предыдущих конкурсных сортоиспытаниях, а также новые селекционные номера 197-06, 198-06. Не выявлено антагонизма между кормовой продуктивностью и семенной продуктивностью изученных селекционных образцов за период времени 2011-2015 гг. в условиях Среднего Урала.

5.4 Питомник конкурсного сортоиспытания № 4 закладки 2015 г. (КСИ 4)

Четвертый цикл конкурсного сортоиспытания нового селекционного материала, полученного в результате селекционной работы на повышение семенной продуктивности в условиях короткого вегетационного периода Среднего Урала, отличался тем, что все изучаемые сорта и селекционные образцы показывали низкую завязываемость семян и формировали в течение всего периода изучения их урожайность, значительно уступающей урожайности, полученной в предыдущие годы.

В различные годы исследований урожайность семян находилась в пределах 26,7-143,0 кг/га, а средняя за период исследований – 53,5-102,4 кг/га.

Средняя урожайность СВтравостоев при семилетнем использовании колебалась в пределах 4,58-6,82 т/га, с пределами изменений в отдельные годы от 5,90-8,74 т/га в 2017 г. на травостоях 3 года жизни, до 1,91-3,25 т/га на травостоях 7 года жизни.

Содержание протеина, кормовых единиц, макроэлементов значительно отличалось лишь у отдельных сортов и селекционных образцов (приложения Д.1-Д.4).

Наибольшей семенной продуктивностью и урожайностью семян 102,4 кг/га в среднем за весь период исследований, характеризовался селекционный номер 15-87 Н. Урожайность селекционных номеров 193-95д, 20-89 Н, 199-06, 202-06, сортов Находка и Уралочка колебалась в пределах 75,6-91,0 кг/га и была на уровне стан-

дарта, сорта Виктория. Селекционные номера 197-06, 196-06, 198-06, 204-06, 210-06, 203-06 достоверно уступали стандарту на 14,0-27,1 кг/ га (табл. 5.8).

Таблица 5.8 – Урожайность семян, СВ и содержание общего протеина у селекционных образцов люцерны в питомнике КСИ 4 (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Урожайность семян, кг/ га | | | Урожайность СВ, т/ га | | |
|------------------------------|---------------------------|------------|-------|-----------------------|------------|-------|
| | среднее | \pm к st | Cv, % | среднее | \pm к st | Cv, % |
| Виктория (st) | 80,6 | - | 38,6 | 5,51 | - | 53,4 |
| 193-95 д | 87,1 | 6,5 | 39,1 | 6,22 | 0,72 | 39,5 |
| 20-89 Н | 75,6 | -5,0 | 32,4 | 6,82 | 1,31 | 39,8 |
| 197-06 | 62,4 | -18,3 | 59,7 | 6,10 | 0,59 | 40,1 |
| 196-06 | 66,4 | -14,2 | 37,6 | 5,81 | 0,31 | 40,2 |
| 198-06 | 58,7 | -21,9 | 52,2 | 5,84 | 0,33 | 45,6 |
| Уралочка | 80,6 | 0,0 | 18,9 | 4,58 | -0,93 | 43,5 |
| Находка | 77,2 | -3,5 | 29,4 | 5,02 | -0,48 | 38,6 |
| 204-06 | 62,5 | -18,2 | 29,1 | 4,70 | -0,81 | 40,9 |
| 210-06 | 53,5 | -27,1 | 37,7 | 5,09 | -0,42 | 40,8 |
| 199-06 | 80,4 | -0,2 | 38,1 | 4,90 | -0,60 | 41,5 |
| 203-06 | 66,7 | -14,0 | 43,2 | 5,02 | -0,49 | 41,6 |
| 202-06 | 91,0 | 10,3 | 42,9 | 4,59 | -0,92 | 49,1 |
| 15-87 Н | 102,4 | 21,8 | 32,5 | 4,61 | -0,90 | 47,4 |
| НСР ₀₅ | 12,0 | | | 0,47 | | |

Наибольшей стабильностью семенной продуктивности обладал сорт Уралочка со средней урожайностью семян 80,6 кг/га и варьированием в зависимости от года – Cv= 18,2%, а наименьшей – селекционный номер 197-06 со средней урожайностью 62,4 кг/ га и варьированием Cv= 59,7 %

По урожайности СВ выделились селекционные номера 193-95д, 20-89 Н, 197-06 и сорт Находка, достоверно превосходившие стандарт на 0,48-1,31 т/га СВ. Особый интерес представляет селекционный номер 20-89Н, являющийся результатом рекуррентного отбора из исходных популяций, послуживших селекционной основой сорта-стандарта Виктория. Варьирование урожайности СВ находилось в близких значениях и составляло в целом по опыту Cv=38,6-53,4 %.

Определяли кормовую ценность, по накоплению протеина, содержанию кормовых единиц (КЕ) валовой энергии, а так же основных макроэлементов (табл. 5.9).

Таблица 5.9 – Качество кормовой массы сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой в КСИ4 (2017-2021 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Содержание в СВ | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------------|--------|-------------|--------|---------------------------------|--------|-------|--------|------|--------|------|--------|
| | СП, % | | ВЭ, МДж/ кг | | КЕ | | Са, % | | Р, % | | К, % | |
| | М | ± к st | М | ± к st | М | ± к st | М | ± к st | М | ± к st | М | ± к st |
| Виктория (st) | 19,9 | - | 18,72 | - | 0,82 | - | 2,19 | - | 0,26 | - | 1,38 | 0,13 |
| 193-95 д | 19,9 | 0,1 | 18,75 | 0,03 | 0,77 | -0,05 | 2,37 | 0,19 | 0,27 | 0,01 | 1,17 | -0,08 |
| 20-89 Н | 19,5 | -0,3 | 18,62 | -0,10 | 0,76 | -0,06 | 2,51 | 0,33 | 0,28 | 0,02 | 1,15 | -0,10 |
| 197-06 | 20,2 | 0,4 | 18,78 | 0,06 | 0,81 | -0,01 | 2,26 | 0,07 | 0,28 | 0,03 | 1,12 | -0,13 |
| 196-06 | 20,2 | 0,3 | 18,65 | -0,07 | 0,85 | 0,02 | 2,43 | 0,24 | 0,27 | 0,01 | 1,20 | -0,05 |
| 198-06 | 20,2 | 0,4 | 18,67 | -0,05 | 0,81 | -0,01 | 2,42 | 0,23 | 0,28 | 0,03 | 1,12 | -0,13 |
| Уралочка | 19,6 | -0,2 | 18,66 | -0,06 | 0,78 | -0,04 | 2,24 | 0,06 | 0,27 | 0,01 | 1,38 | 0,13 |
| Находка | 19,9 | 0,1 | 18,65 | -0,07 | 0,77 | -0,05 | 2,26 | 0,08 | 0,26 | 0,00 | 1,35 | 0,10 |
| 204-06 | 19,9 | 0,1 | 18,72 | 0,00 | 0,79 | -0,04 | 2,11 | -0,08 | 0,26 | 0,01 | 1,40 | 0,15 |
| 210-06 | 20,0 | 0,1 | 18,64 | -0,08 | 0,81 | -0,01 | 2,28 | 0,09 | 0,25 | 0,00 | 1,38 | 0,13 |
| 199-06 | 20,1 | 0,2 | 18,69 | -0,03 | 0,82 | -0,01 | 2,25 | 0,06 | 0,26 | 0,00 | 1,41 | 0,16 |
| 203-06 | 20,0 | 0,1 | 18,64 | -0,08 | 0,83 | 0,00 | 2,13 | -0,06 | 0,26 | 0,01 | 1,36 | 0,11 |
| 202-06 | 18,5 | -1,4 | 18,51 | -0,21 | 0,80 | -0,03 | 2,26 | 0,08 | 0,25 | -0,01 | 1,33 | 0,07 |
| 15-87 Н | 17,0 | -2,8 | 18,46 | -0,26 | 0,78 | -0,04 | 2,32 | 0,13 | 0,24 | -0,02 | 1,41 | 0,16 |
| НСР ₀₅ | 1,4 | - | 0,20 | - | F _t <F ₀₅ | - | 0,19 | - | 0,02 | - | 0,13 | - |

Примечание – СП – содержание общего протеина в СВ, %; ВЭ – содержание валовой энергии, МДж/кг; КЕ – содержание кормовых единиц в СВ; Са – содержание кальция в СВ; Р – содержание фосфора в СВ, %; К – содержание калия в СВ, %;

Установлен ряд закономерностей между урожайностью СВ и элементами кормовой продуктивности различной направленности, подтвержденный корреляциями Пирсона и Спирмена различной силы. Между урожайностью семян и накоплением белка установлена сильная отрицательная зависимость ($r = -0,758$, $r_s = -0,721$, при $p < 0,05$), между содержанием валовой энергии и урожайностью семян отрицательная зависимость от слабой до средней ($r = -0,433$, $r_s = -0,524$, при $p < 0,05$), между урожайностью семян и содержанием КЕ – слабая отрицательная зависимость ($r = -0,421$, $r_s = -0,487$, при $p < 0,05$).

Анализ тесноты связи между урожайностью семян и содержанием в СВ макроэлементов выявил от слабой до средней отрицательной корреляции между урожайностью семян и содержанием фосфора в сухом веществе $r_s = 0,306$, и отсутствие тесной связи между урожайностью семян и содержанием Са в СВ ($r = 0,057$, $r_s = 0,091$), а также урожаем семян и содержанием калия в СВ ($r = 0,291$, $r_s = 0,306$).

Между урожайностью СВ и элементами кормовой ценности так же выявлены достоверные связи. В отличие от семенной продуктивности, установлена положительная связь между урожайностью СВ и содержанием в нем протеина, подтвержденная достоверной положительной корреляцией Пирсона ($r = 0,493$) и корреляцией рангов Спирмена ($r_s = 0,442$), при $p < 0,05$.

Взаимосвязь между урожайностью СВ и содержанием в СВ кальция положительная средней силы ($r = 0,688$; $r_s = 0,624$, при $p < 0,05$), урожайностью СВ и содержанием фосфора (P) взаимосвязь положительная достоверная средней силы ($r = 0,756$; $r_s = 0,752$ при $p < 0,05$), а урожайность СВ и содержанием калия связь сильная отрицательная ($r = -0,865$; $r_s = -0,793$ при $p < 0,05$).

По результатам конкурсного испытания КСИ 4 по урожайности семян можно выделить селекционные образцы 15-87 Н, 202-06,193-95 д и сорта Виктория и Уралочка. По урожайности СВ выделились селекционные образцы 20-89 Н, 197-06, 197-06 сорт Виктория.

По содержанию общего протеина все изученные варианты, за исключением 15-87 Н находились на уровне стандарта.

5.5 Оценка влияние срока жизни травостоев, генотипа и условий года на кормовую и семенную продуктивность люцерны

Для изучения влияния различных факторов на кормовую и семенную продуктивность и сохранения принципа единственного различия, отобраны модельные сорта, прошедшие через три цикла конкурсных сортоиспытаний: сорт Сарга (st), сорт Уралочка, сорт Находка, селекционный номер 193-95 д, селекционный номер 20-89Н. Каждый цикл конкурсного испытания принят за повторность опыта (принят как фактор «условия года»). Максимальный срок жизни травостоев – 5 лет. Таким образом, анализ позволил выделить силу влияния организованных факторов: влияние генотипа (h^2_A), влияние года жизни травостоя при семенном использовании (h^2_B), взаимодействие факторов генотип \times срок жизни травостоев (h^2_{AB}), а так же условия года ($h^2_{год}$), случайных факторов ($h^2_{случ}$).

Установлено, что нулевую гипотезу влияния организованных факторов на результативный признак «урожайность СВ» необходимо принять на 5 % уровне значимости (табл. 5.10). Влияние случайных факторов на результативные признаки, описывающие семенную продуктивность, было значительно меньше, соответственно, на урожайность семян ($h^2_{случ}=20,4\%$) и на репродуктивное усилие ($h^2_{случ}=20,7\%$) по сравнению с урожайностью СВ.

Несмотря на высокую долю влияния условий года, соответственно на урожайность семян ($h^2_{год}=51,2\%$) и репродуктивное усилие ($h^2_{год}=52,5\%$), нулевую гипотезу влияния генотипа образца необходимо отвергнуть как на урожайность семян ($h^2_A=13,3\%$), так и репродуктивное усилие ($h^2_A=10,7\%$).

Наиболее значительное влияние из организованных факторов оказывало взаимодействие факторов генотип \times срок жизни травостоев с силой влияния на результативный признак «урожайность семян» ($h^2_{AB}=14,3\%$) и «репродуктивное усилие» с $h^2_{AB}=15,3\%$. Для всех изучаемых результативных признаков необходимо принять нулевую гипотезу влияния фактора «срок жизни травостоев» ($F_f < F_{0.05}$).

Таблица 5.10 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа и сила влияния факторов на урожайность СВ, семян и репродуктивное усилие сортов и селекционных образцов люцерны в среднем по всем КСИ (2005–2021 гг.)

| Результативный признак | Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _ф | F _{0,05} | h ² _x |
|------------------------|-------------------|---------|-----|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Урожайность СВ | Общее | 55,2 | 44 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 0,7 | 2 | - | - | - | 1,3 |
| | Случайное | 35,8 | 28 | 1,28 | - | - | 64,7 |
| | Генотип (А) | 11,8 | 4 | 2,9 | 2,3 | 2,7 | 21,3 |
| | Год жизни (В) | 1,0 | 2 | 0,5 | 0,4 | 8,6 | 1,8 |
| | А×В | 6,0 | 8 | 0,8 | 0,6 | 3,1 | 10,9 |
| Урожайность семян | Общее | 3766434 | 44 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 1927490 | 2 | - | - | - | 51,2 |
| | Случайное | 768134 | 28 | 27433 | - | - | 20,4 |
| | Генотип (А) * | 500494 | 4 | 125123 | 4,6 | 2,7 | 13,3 |
| | Год жизни (В) | 32169 | 2 | 16084 | 0,6 | 8,6 | 0,9 |
| | А×В* | 538147 | 8 | 67268 | 2,5 | 2,3 | 14,3 |
| Репродуктивное усилие | Общее | 838,1 | 44 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 439,7 | 2 | - | - | - | 52,5 |
| | Случайное | 173,2 | 28 | 6,2 | - | - | 20,7 |
| | Генотип (А) * | 89,6 | 4 | 22,41 | 3,6 | 2,7 | 10,7 |
| | Год жизни (В) | 7,2 | 2 | 3,62 | 0,5 | 8,6 | 0,9 |
| | А×В* | 128,3 | 8 | 16,03 | 2,6 | 2,3 | 15,3 |

Примечание – D – сумма квадратов отклонений (девианта); s² – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; h²_x – сила влияния на результативный признак (h²_{год} – сила года пользования; h²_А – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); h²_{случ} – сила влияния случайных факторов); *- влияние достоверно при p<0,05.

Таким образом, можно констатировать, что в условиях Среднего Урала генотип сорта или селекционного образца, играет определяющую роль в семенной продуктивности, независимо от условий года. Взаимодействие благоприятных условий года с особенностями генотипа, определяющими семенную продуктивность, оказывает дополнительное влияние на урожайность семян люцерны.

Срок жизни семенных травостоев при пятилетнем использовании последних не является определяющим для семенной продуктивности селекционных сортов, генетически обладающих высокой семенной продуктивностью в регионе.

Селекция на самофертильность усиливает эффект от положительного влияния погодных условий при возделывании люцерны на семена в регионе.

5.6 Взаимосвязь погодных условий, складывающихся в различные периоды вегетации и основных свойств селекционного материала люцерны изменчивой

Формирование урожайности семян и кормовой массы сельскохозяйственных культур – динамичный процесс, который происходит в далеко не идеальных метеорологических условиях [Тооминг, 1984].

Для создания нового селекционного материала и выявления характера реакции растений на условия среды, необходима оценка реакции селекционного материала на погодные условия в различные периоды роста.

С учетом комплексной селекционной проработки и отбора наиболее зимостойких форм в периоды первичного изучения селекционного материала в 90-е – начало 2000-ых годов, с негативным отбором наименее зимостойких форм в исследованиях конкурсного сортоиспытания наибольшее значение приобрела реакция полученных образцов, инорайонного селекционного материала, стандартов на условия вегетационного периода, что согласуется с результатами [Соколов и др., 2011; Гулянов и др., 2016; Bekishova et al., 2023].

Установлено, что погодные условия в различные периоды вегетации оказывают неоднозначное влияния на различные показатели продуктивности люцерны, особенно урожайности семян. Анализ опытных данных проведен в питомниках конкурсного сортоиспытания. Это позволило исследовать зависимости в сравнимых условиях общности технологических приемов возделывания, нормы высева, густоты стояния растений.

В целом по 4 циклам КСИВ различные месяцы вегетации не установлено сильной зависимости между урожайностью СВ и температурой воздуха, но с тенденцией ближе к отрицательной ($r=0,160\dots-0,285$; $r_s=0,161\dots-0,312$). Высокие температуры оказывают отрицательное влияние на рост и развитие растений после укусов. Селекционные образцы, обла-

дающие более высокой жаростойкостью и связанной с ней, более высокой засухоустойчивостью, показывают большую урожайность (табл. 5.11).

Таблица 5.11 – Корреляционные связи между элементами продуктивности люцерны изменчивой и погодными условиями в питомниках КСИ (2005-2021 гг.).

| Показатели | Корреляция Пирсона (r) | | | | Корреляция Спирмена (r _s) | | | |
|----------------------|------------------------|--------|--------|--------|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| | УСВ | УС | РУ | СП, % | УСВ | УС | РУ | СП, % |
| Май | | | | | | | | |
| ТВ, t ⁰ C | 0,160 | 0,571 | -0,274 | -0,142 | 0,161 | 0,572 | -0,262 | -0,101 |
| ОС, мм | 0,271 | 0,047 | -0,629 | -0,169 | 0,370 | 0,154 | -0,779 | -0,187 |
| ГТК | -0,196 | -0,052 | -0,517 | -0,134 | -0,293 | 0,015 | -0,720 | -0,158 |
| Июнь | | | | | | | | |
| ТВ, t ⁰ C | -0,056 | 0,358 | -0,517 | -0,049 | -0,097 | 0,368 | -0,432 | -0,098 |
| ОС, мм | 0,320 | 0,250 | -0,137 | 0,251 | 0,235 | 0,148 | 0,148 | 0,361 |
| ГТК | 0,318 | 0,187 | -0,048 | 0,263 | 0,254 | 0,004 | 0,287 | 0,345 |
| Июль | | | | | | | | |
| ТВ, t ⁰ C | -0,285 | -0,421 | -0,179 | -0,191 | -0,312 | -0,462 | -0,262 | -0,267 |
| ОС, мм | 0,087 | -0,426 | 0,445 | 0,051 | 0,089 | -0,491 | 0,467 | 0,151 |
| ГТК | 0,135 | -0,434 | 0,327 | 0,067 | 0,088 | -0,531 | 0,467 | 0,151 |
| Август | | | | | | | | |
| ТВ, t ⁰ C | -0,070 | 0,194 | -0,202 | 0,240 | -0,041 | -0,002 | -0,082 | 0,132 |
| ОС, мм | -0,080 | 0,070 | 0,011 | -0,435 | -0,100 | -0,139 | -0,007 | -0,433 |
| ГТК | -0,007 | -0,102 | 0,052 | -0,452 | -0,101 | -0,140 | -0,079 | -0,433 |
| Сентябрь | | | | | | | | |
| ТВ, t ⁰ C | 0,037 | 0,446 | -0,032 | 0,342 | 0,009 | 0,522 | 0,008 | 0,320 |
| ОС, мм | -0,135 | -0,500 | -0,138 | -0,367 | -0,094 | -0,568 | -0,217 | -0,354 |
| ГТК | -0,114 | -0,486 | -0,141 | -0,393 | -0,091 | -0,640 | -0,187 | -0,305 |
| В среднем | | | | | | | | |
| ТВ, t ⁰ C | -0,113 | 0,689 | -0,442 | 0,102 | 0,036 | 0,826 | -0,396 | 0,089 |
| ОС, мм | 0,390 | -0,374 | -0,099 | -0,367 | 0,440 | -0,450 | -0,225 | -0,451 |
| ГТК | 0,206 | -0,448 | -0,196 | -0,412 | 0,272 | -0,442 | -0,442 | -0,467 |

Примечание – ТВ, t⁰C – среднемесячная температура воздуха; ОС, мм – среднемесячное количество осадков; ГТК – гидротермический коэффициент Селянинова; УСВ – урожайность СВ; УС – урожайность семян; РУ – репродуктивное усилие; СП – содержание общего протеина в СВ

В целом не установлено влияния температуры воздуха на урожайность СВ в среднем за период вегетации май-сентябрь (r=-0,113; r_s=0,036). В то же время зависимость урожайности СВ от осадков положительная. В среднем за период вегетации май-сентябрь установлены достоверные корреляции Пирсона и Спирмена (r=0,390; r_s=0,440, при p<0,05) между количеством выпадающих осадков и урожайностью СВ се-

лекционных образцов люцерны с тенденцией более высокой урожайности с увеличением ГТК ($r=0,206$; $r_s=0,272$).

Взаимосвязь температуры и урожайности семян люцерны была противоположной, представленной выше взаимосвязи урожайности СВ и температурой воздуха.

В среднем за период вегетации установлена положительная связь между урожайностью семян и температурой воздуха, подтвержденная положительной корреляцией Пирсона ($r=0,689$, достоверна при $p<0,05$) и сильной корреляцией рангов Спирмена ($r_s=0,826$, достоверна при $p<0,05$) между температурой воздуха и урожайностью семян.

В формировании семенной продуктивности имеется один критический период, когда температура воздуха отрицательно влияет на семенную продуктивность – июль, когда растениям требуются невысокие температуры с небольшим количеством осадков и средним значением ГТК.

В июле отмечено отрицательное влияние на семенную продуктивность высоких температур ($r=-0,421$, $r_s=-0,462$, достоверны при $p<0,05$), величины выпадающих осадков ($r=-0,426$, $r_s=-0,491$, достоверны при $p<0,05$) и ГТК ($r=-0,434$, $r_s=-0,531$, достоверны при $p<0,05$).

Величина репродуктивного усилия, величины характеризующей индивидуальное развитие растений и доли энергии, затраченной на формирование репродуктивных органов, изменялась по независимым от семенной и кормовой продуктивности тенденциям.

Установлено, что в целом за период вегетации имеется отрицательная зависимость между температурой и репродуктивным усилием, подтвержденная слабыми, но достоверными (при $p<0,05$) корреляциями Пирсона и рангов Спирмена ($r=-0,442$, $r_s=-0,396$).

Наиболее критичным периодом для репродуктивного усилия является июнь, когда связь между температурой воздуха и его величиной была достоверно отрицательной ($r=-0,517$, $r_s=-0,432$, достоверны при $p<0,05$).

5.7 Оценка признаков и свойств селекционного материала люцерны изменчивой, созданного различными методами

Для совершенствования ведения селекционного процесса необходима оценка наиболее эффективных селекционных методов, позволяющих достичь искомых результатов наиболее рациональным способом. Изучение урожайности СВ и семян в комплексе с некоторыми морфологическими и качественными признаками, а так же зимостойкости проводили по результатам серии конкурсных сортоиспытаний закладки 2005-2015 гг.

Результаты исследований показали, что метод создания сортов и селекционных образцов оказывает влияние на урожайность СВ и урожайность семян. В среднем за весь период исследований наименьшей урожайностью СВ характеризовались селекционные образцы, созданные методом межсортовой гибридизации и в среднем за четыре года жизни были меньше на 0,87-0,90 т/га по сравнению с инорайонными сортами и СГП при колебаниях урожайности в целом по опыту в пределах 4,05-8,57 т/га (табл. 5.12).

Высокой семенной продуктивностью, как в первый, так и последующие годы жизни, обладали селекционные образцы, созданные методом формирования СГП. Урожайность семян у них составляла 352,6-775,4 кг/ га в зависимости от срока использования травостоев, в среднем за 4 года использования – 614,6 кг/ га, что на 271,9 кг/ га выше средней по инорайонным сортам, и на 155,2 кг/ га выше урожайности семян самофертильных линий.

Высокую семенную продуктивность, не уступающую СГП, показывали образцы, созданные методом массового отбора в свободноопыляющихся популяциях с отбором биотипов с высокой семенной продуктивностью растений.

Урожайность этих образцов в конкурсных сортоиспытаниях колебалась в пределах 414,4-806,1 кг/ га при среднем значении за четырехлетний срок использования 600,9 кг/ га.

Таблица 5.12 – Урожайность СВ и семян сортов и селекционных образцов, созданных различными методами селекции, по результатам конкурсных сортоиспытаний (в среднем по закладкам опытов 2005-2015 гг.)

| Методы создания селекционных образцов | n | Год пользования | Урожайность СВ, | Урожайность |
|---------------------------------------|----|-----------------|------------------|---------------|
| | | | т/ га | семян, кг/ га |
| | | | М | М |
| Сорта инорайонной селекции (st) | 12 | 1 | 8,15 | 373,7 |
| Сложногибридные популяции | 10 | | 8,57 | 703,4 |
| Самофертильные линии | 7 | | 8,33 | 486,7 |
| Массовый отбор | 7 | | 7,74 | 569,7 |
| Межсортовая гибридизация | 11 | | 6,77 | 349,4 |
| НСР ₀₅ | | | 0,47 | 136,7 |
| Сорта инорайонной селекции(st) | 12 | 2 | 7,63 | 418,9 |
| Сложногибридные популяции | 10 | | 7,70 | 775,6 |
| Самофертильные линии | 7 | | 7,09 | 592,1 |
| Массовый отбор | 7 | | 7,52 | 806,1 |
| Межсортовая гибридизация | 11 | | 6,51 | 912,3 |
| НСР ₀₅ | | | 0,42 | 138,4 |
| Сорта инорайонной селекции(st) | 12 | 3 | 6,79 | 416,4 |
| Сложногибридные популяции | 10 | | 6,95 | 626,2 |
| Самофертильные линии | 7 | | 7,01 | 528,4 |
| Массовый отбор | 7 | | 7,09 | 613,3 |
| Межсортовая гибридизация | 11 | | 7,64 | 436,9 |
| НСР ₀₅ | | | $F_t < F_{0,05}$ | 192,6 |
| Сорта инорайонной селекции(st) | 12 | 4 | 5,87 | 161,2 |
| Сложногибридные популяции | 10 | | 5,33 | 352,6 |
| Самофертильные линии | 7 | | 5,82 | 230,1 |
| Массовый отбор | 7 | | 5,40 | 414,4 |
| Межсортовая гибридизация | 11 | | 4,05 | 508,2 |
| НСР ₀₅ | | | 0,62 | 107,0 |
| Сорта инорайонной селекции(st) | 12 | М | 7,11 | 342,6 |
| Сложногибридные популяции | 10 | | 7,14 | 614,5 |
| Самофертильные линии | 7 | | 7,06 | 459,3 |
| Массовый отбор | 7 | | 6,94 | 600,9 |
| Межсортовая гибридизация | 11 | | 6,24 | 551,7 |
| НСР ₀₅ | | | 0,81 | 151,8 |

Примечание: n – количество образцов; М – среднее значение

Инорайонные сорта в условиях Среднего Урала показывали минимальную урожайность семян. Результаты дисперсионного анализа, проведенного

методом Плохинского для неравнозначных комплексов, приведены в табл. 5.13.

Таблица 5.13 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа и сила влияния организованных факторов на урожайность СВ, урожайность семян по результатам конкурсных сортоиспытаний (закладки опытов 2005–2015 гг.)

| Результативный признак | Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _f | F _{0,05} | h ² _x |
|------------------------|--------------------|----------|-----|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Урожайность СВ | Общее | 463,6 | 187 | - | - | - | 100 |
| | Случайное | 222,9 | 168 | 1,3 | - | - | 48,8 |
| | Год жизни (А) | 186,0 | 3 | 62,0 | 46,7 | 2,7 | 40,1 |
| | Метод селекции (В) | 22,0 | 4 | 5,5 | 4,2 | 2,4 | 4,8 |
| | Взаимодействие А×В | 32,7 | 12 | 2,7 | 2,1 | 1,8 | 7,1 |
| Урожайность семян | Общее | 18248648 | 187 | - | - | - | 100 |
| | Случайное | 11401273 | 168 | 67865 | - | - | 62,5 |
| | Год жизни (А) | 3360213 | 3 | 1120071 | 16,5 | 2,7 | 18,4 |
| | Метод селекции (В) | 2032176 | 4 | 508044 | 7,5 | 2,4 | 11,1 |
| | Взаимодействие А×В | 1454986 | 12 | 121249 | 1,8 | 1,8 | 8,0 |
| Репродуктивное усилие | Общее | 3965 | 187 | - | - | - | 100 |
| | Случайное | 2582 | 168 | 15,3 | - | - | 65,0- |
| | Год жизни (А) | 716 | 3 | 238,7 | 15,5 | 2,7 | 18,1 |
| | Метод селекции (В) | 354 | 4 | 88,7 | 5,8 | 2,4 | 9,0 |
| | Взаимодействие А×В | 312 | 12 | 26,0 | 1,7 | 1,8 | 7,9 |

Примечание: D – сумма квадратов отклонений (девианта); s² – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; h²_x – сила влияния на результативный признак.

Дисперсионный анализ позволил выделить силу влияния организованных факторов на основные селекционные признаки «урожайность СВ», «урожайность семян» и комплексный показатель «репродуктивное усилие»: влияние года жизни травостоя при семенном использовании (h²_А), влияние метода селекции (h²_В), взаимодействие факторов год жизни × метод селекции (h²_{АВ}). Несмотря на значительную силу влияния случайных факторов на результативные признаки, и года жизни травостоев (h²_А= 18,1-40,1 %) нулевую гипотезу влияния метода селекции необходимо отвергнуть как для признака «урожайность СВ» (h²_В=4,8 %) при F_f>F_{0,05}, так и для «урожайность семян» (h²_В=11,1 %) и «репродуктивное усилие» (h²_В=9,0 %) при F_f>F_{0,05}.

Таким образом, в условиях Среднего Урала метод селекции играет определяющую роль для создания сортов с высокой семенной продуктивно-

стью. Наиболее эффективным методом оказались: создание СГП на основе самофертильных линий и метод массового отбора биотипов с высокой семенной продуктивностью из свободно опыляющихся популяций. Провели оценку образцов, созданных различными методами по уровню зимостойкости, высоте растений (длине стеблей) и содержанию протеина в сухом веществе (табл. 5.14).

Таблица 5.14 – Изменение различных селекционных признаков селекционных образцов люцерны, созданных различными методами селекции по результатам конкурсных сортоиспытаний (в среднем по закладкам опытов 2005-2015 гг.)

| Методы создания селекционных образцов | М | Cv, % | lim |
|---------------------------------------|------------|-------|-------------|
| Репродуктивное усилие, % | | | |
| Сорта инорайонной селекции (st) | 4,83±3,03 | 79,60 | 0,3-18,4 |
| Сложногибридные популяции | 8,19±3,02 | 49,34 | 1,7-18,1 |
| Самофертильные линии | 6,66±4,59 | 80,48 | 0,4-20,1 |
| Массовый отбор | 8,18±3,45 | 52,94 | 0,5-16,9 |
| Межсортовая гибридизация | 8,22±3,74 | 57,55 | 2,0-20,3 |
| Зимостойкость, % | | | |
| Сорта инорайонной селекции (st) | 86,4±2,8 | 4,8 | 75,4-92,0 |
| Сложногибридные популяции | 89,2±1,5 | 2,0 | 85,4-91,0 |
| Самофертильные линии | 87,3±2,1 | 2,9 | 84,3-91,8 |
| Массовый отбор | 86,9±1,3 | 1,6 | 85,5-89,0 |
| Межсортовая гибридизация | 85,0±0,5 | 0,9 | 84,1-86,0 |
| Длина стебля, см | | | |
| Сорта инорайонной селекции (st) | 74,6±8,9 | 14,4 | 59,0-92,0 |
| Сложногибридные популяции | 74,2±10,2 | 16,5 | 54,5-98,0 |
| Самофертильные линии | 75,6±9,9 | 15,4 | 58,8-94,2 |
| Массовый отбор | 72,2±10,2 | 17,1 | 54,5-98,0 |
| Межсортовая гибридизация | 79,9±15,1 | 21,8 | 55,6-118,0 |
| Содержание протеина, % | | | |
| Сорта инорайонной селекции (st) | 19,84±0,98 | 6,40 | 17,20-22,10 |
| Сложногибридные популяции | 20,01±0,79 | 5,53 | 16,85-22,10 |
| Самофертильные линии | 19,43±0,95 | 5,69 | 17,45-22,00 |
| Массовый отбор | 19,64±1,26 | 8,24 | 16,30-22,40 |
| Межсортовая гибридизация | 20,42±1,44 | 8,79 | 17,15-23,65 |

Из всех вариантов опыта наименьшее значение репродуктивного усилия формировали селекционные сорта инорайонного происхождения. В среднем за период исследований их репродуктивное усилие было в 1,38-1,70 раза ниже по сравнению с образцами созданными другими методами. Не

установлено достоверной разницы по зимостойкости изученных селекционных образцов, изученных в опыте.

Наблюдалась тенденция увеличения длины стебля у образцов, созданных методом межсортовой гибридизации по сравнению с образцами, созданными другими методами. Растения этих сортов достигали длины стебля до 118 см. В среднем за период исследований они превышали другие растения на 5,4-12,2 %. Содержание сырого протеина находилось в пределах ошибки опыта.

Дисперсионный анализ этих показателей позволил установить, что нулевую гипотезу влияния методов на зимостойкость селекционных образцов, длину стебля и содержания необходимо отвергнуть на 95 % уровне значимости (табл. 5.15).

Таблица 5.15 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа и сила влияния организованных факторов на селекционные признаки по результатам КСИ (закладки опытов 2005–2015 гг.)

| Результативный признак | Источник вариации | D | n-1 | s ² | F _f | F _{0.05} | h ² _x |
|-------------------------------|-------------------|--------|-----|----------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| Зимостойкость, % | Общее | 113,1 | 29 | - | - | - | - |
| | Метод селекции | 79,7 | 4 | 19,9 | 15,0 | 2,8 | 70,5 |
| | Случайное | 33,3 | 25 | 1,3 | - | - | - |
| Длина стебля, см | Общее | 4284,3 | 48 | - | - | - | - |
| | Метод селекции | 2669,3 | 4 | 667,3 | 18,2 | 2,6 | 62,3 |
| | Случайное | 1615,1 | 44 | 36,7 | - | - | - |
| Содержание сырого протеина, % | Общее | 44,0 | 47 | - | - | - | - |
| | Метод селекции | 11,2 | 4 | 2,8 | 3,6 | 2,6 | 25,3 |
| | Случайное | 32,9 | 43 | 0,8 | - | - | - |

Расчеты силы влияния фактора «метод селекции» на результативные признаки показали, что зимостойкость на 70,5 % определяется применяемым методом селекции. Доля фактора «метод селекции» в общей изменчивости результативного признака «длина стебля» в значительно степени определялась методом селекции (h²_A=62,3 %). Содержание протеина на 25,3 % зависело от метода селекции.

Таким образом, изучение в конкурсном сортоиспытании 47 сортов и созданных селекционных образцов, разделенных на 5 групп по методу их получения (12 номеров – сорта инорайонной селекции; 10 – сложногибридные популяции на основе самофертильных линий (СГП); 7 самофертильных линий; 7 – полученных массовым отбором из свободно переопыляющихся популяций с выделением биотипов с наибольшей семенной продуктивностью; 11 – в результате межсортовой гибридизации), позволило установить достоверное влияние методов селекции на характеристики получаемых селекционных образцов.

Наибольшей семенной продуктивностью обладали образцы, созданные методами формирования СГП и массовым отбором. Наименьшую кормовую продуктивность показали межсортовые гибриды.

ГЛАВА 6 РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОРТОИСПЫТАНИЯ

6.1 Сортовое разнообразие селекционных достижений

Сорт Уралочка. Относится к люцерне изменчивой (*M. sativa* L. notho-subsp. *varia* (Martyn) Arcang.). Сорт получен методом создания сложногибридных популяций на основе 17 самофертильных линий. Гибридная популяция (189-91 к). Характеризуется низкой встречаемостью растений с очень темными сине-фиолетовыми цветками, высокой встречаемостью смешанных цветков и средней встречаемостью растений с кремовыми, белыми и желтыми цветками. Растения имеют среднюю длину стеблей. Габитус растения характеризуется прямостоячей формой куста. Листья темно-зеленые с центральным листочком тройчатого листа средней длины и средней ширины. Время начала цветения – от раннего до среднего. Отличается высокой устойчивостью к вертициллезному увяданию (рис.6.1). Сорт разрешен к возделыванию с 2003 г. в пяти регионах Российской Федерации: Центральном (3), Волго-Вятском (4), Уральском (9), Западно-Сибирском (10), Восточно-Сибирском (11).



Рисунок 6.2 – Общий вид цветущих растений люцерны изменчивой сорта Уралочка в питомнике сохранения сорта, 2013 г. (фото Тормозина М.А.)



Рисунок 6.3 – Отбор коротких и длинных кистей люцерны изменчивой сорта Уралочка, 1995 г. (фото Тормозина М.А.)

В Государственном сортоиспытании в Центральном регионе средняя урожайность СВ составляла 6,81 т/га, в Уральском регионе – 3,97 т/га, Восточно-Сибирском – 2,99 т/га. Отмечалось слабое поражение клубеньковым долгоносиком и бурой пятнистостью от слабого до среднего на уровне стандарта. В условиях Среднего Урала максимальная урожайность СВ составляла 12,8 т/га, семян – 650 кг/га.

Сорт послужил исходным материалам для выделения биотипов люцерны с повышенной самофертильностью и получения на их основе гибридов, превышающих по семенной продуктивности стандартный сорт Сарга [Нагибин и др., 2015].

Сорт Виктория. Относится к люцерне изменчивой [*M. sativa* L. notho-subsp. *varia* (Martyn) Arcang.] (рис. 6.4). Сорт получен на основе сложно-гибридной популяции 20-89 Н, созданной на основе многократного отбора по признаку семенной продуктивности из 17 самофертильных линий (рис. 6.5). Растения со средней длиной стеблей, средней выраженностью зеленой окраски листьев, полупрямостоячей формой куста.



Рисунок 6.4 – Общий вид цветущих растений люцерны изменчивой сорта Виктория в питомнике сохранения сорта, 2017 г. (фото Тормозина М.А.)

Время наступления цветения среднее, по сравнению со стандартным сортом Сарга, созревает на 2-3 дня позже, но в отдельные годы одновременно с ним. Частота встречаемости растений с очень темными сине-фиолетовыми цветками – средняя, встречаемость растений со смешанными, кремовыми, белыми или желтыми цветками очень низкая или отсутствует. Преобладает светло-голубая окраска цветков.

В 2016 г. сорт люцерны изменчивой Виктория включён в Государственный реестр селекционных достижений разрешенных к использованию в Волго-Вятском (4), Уральском (9) и Западно-Сибирском (10) регионах.

Средняя урожайность СВ в Волго-Вятском регионе в период испытаний составляла 7,34 т/ га, что на 0,32 т/ га выше среднего стандарта. В условиях Можгинской ГСИС Республики Удмуртия в 2015 г. максимальный урожай сухой массы в травостое третьего года жизни составила 15,84 т/ га, что на 1,03 т/ га выше сорта Сарга, принятого за стандарт.



Рисунок 6.5. – Длинные кисти люцерны изменчивой сорта Виктория в питомнике сортосохранения, 2020 г. (фото Тормозина М.А.)

В условиях Уральского региона в государственном сортоиспытании средняя урожайность сорта составляла 4,66 т/ га.

Максимальная урожайность СВ в регионе получена на Бузулукском ГСУ Оренбургской области на травостоях третьего года жизни и составила 10,33 т/ га, что на 1,18 т/га выше сорта Гюзель, принятого за стандарт.

В Западно-Сибирском регионе средняя урожайность сорта составляла 5,48 т/га, что на 0,74 т/га выше среднего стандарта. Максимальная урожайность (15,06 т/га) в регионе получен на травостоях 3 года жизни на Доволенском ГСУ Новосибирской области и превосходил стандарт, сорт Деметра, на 2,02 т/га.

Начиная с 2017 г., сорт Виктория допущен к возделыванию в Северо-Западном (2), Центрально-Чернозёмном (5) и Восточно-Сибирском (11) регионах. Средняя урожайность СВ на сортоучастках Северо-Западного региона составила 6,69 т/га, что на 0,29 т/га выше среднего стандарта. Максимальная урожайность в регионе получена на посевах

третьего года жизни на Ленинском ГСУ Тверской области и составила 12,62 т/га или на 0,53 т/га выше стандарта сорта люцерны Пастбищная 88.

В условиях неустойчивого увлажнения Центрально-Чернозёмного региона (5) средняя урожайность сорта составляла 6,42 т/га, а максимальная получена в 2016 г. на травостоях третьего года жизни на Щигровском ГСУ Курской области и составила 15,77 т/га, что было выше урожайности СВсорта люцерны Планет на 0,24 т/га.

В Восточно-Сибирском регионе максимальная урожайность СВ (9,98 т/га, выше стандарта сорта Уралочка на 0,67 т/га) была сформирована в 2016 г. на травостоях 3 года жизни в условиях Нижнеудинского ГСУ Иркутской области, при средней урожайности по региону 3,42 т/га.

С 2020 г. сорт Виктория допущен к использованию по Средневожскому (7) региону РФ.

СГП-2 (предполагаемое название Памяти Нагибина). В 2023 г. в Государственное сортоиспытание передан новый сорт, созданный на основе созданной нами сложногогибридной популяции СГП-2, описанной в настоящей работе. Основной целью является создание сорта с высоким адаптивным потенциалом, устойчивой продуктивностью кормовой массы, с повышенной урожайностью семян, обеспечивающей возможность ведения первичного семеноводства в Свердловской области (рис. 6.6).

Метод создания – сложногогибридная популяция, отобранная по морфологическим признакам окраски соцветия – пестрогогибридная (с преобладанием пестрой окраски соцветий), популяция сформирована из шестнадцати линий селекционного питомника включающих: 193-95 (м) + 20-89Н (м) + Vela x Сарга (ч) + Vela x Сарга (с) + 101-2 (м) + Артемида (ч) + Находка x Сарга (ч) + Сибирская 8 x 193-95 (ч) + Уралочка (ч) + Уралочка (с) + Уралочка (м) + Находка x 193-95 (ч) + Находка x 193-95 (с) + Vela x Находка (ч) + Популяция ВС-08 (ч) + Vela x Сарга (ч).

Для сорта характерна высокая встречаемость растений со смешанными цветками. Новый сорт люцерны изменчивой по отношению к стандартному сорту Сарга имеет существенные отличия.



Рисунок 6.6 – Цветущее растение люцерны сложногибридной популяции СПП-2 (переданной в государственное сортоиспытание как сорт Памяти Нагибина) в питомнике размножения, 2016 г. (фото Тормозина М.А.)

Отличительной особенностью заявленного сорта является морфологический признак светло-голубая, бирюзовая окраска соцветий в начале цветения (рис. 6.7).

Сорт устойчив к фитоплазменным инфекциям. Устойчивость к корневым гнилям и бурой пятнистости на уровне стандарта. По урожайности семян превышает стандарт на 41,5 %, а по сбору СВ – на 12,93 %. Укосная спелость наступает на 5-7 сут. раньше, что интересует производство при создании кормосырьевого конвейера. Обладает высокой зимостойкостью, что является важным критерием для условий Среднего Урала.

Таким образом, в ФГБНУ «Уральский Федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» в результате активной селекционной работы создан уникальный генофонд люцерны для селекции на повышенную семенную продуктивность. На его

основе получен ряд уникальных сортов, возделываемых в большинстве регионов Российской Федерации.



Рисунок 6.7 – Питомник размножения сложногибридной популяции СП-2 (переданной в государственное сортоиспытание как сорт Памяти Нагибина), 2017 г. (фото Тормозина М.А.)

Комплексное ботанико-географическое, морфо-биологическое и селекционное изучение люцерны, позволяет констатировать факт создания нами группы близкородственных сортов люцерны, характеризующихся сходными селекционными признаками, отличающихся высокой семенной продуктивностью, высокой самофертильностью, которые можно охарактеризовать как отдельный уральский сортотип люцерны изменчивой, характеризующейся следующими признаками и свойствами: созревание семян раннее-среднее; форма куста полупрямостоячая; высота растений от низкой до средней; по окраске цветков относится к желто-пестрогибридной группе; зимостойкость высокая; высокая устойчивость к поражению вирусно-фитоплазменной инфекцией; высокая устойчивость к корневым гнилям и бурой пятнистости;

стабильная семенная продуктивность; высокая распространенность биотипов люцерны с повышенной самофертильностью.

6.2 Сравнительное изучение сортов различного географического происхождения в условиях Среднего Урала

Для каждого региона характерен определенный комплекс почвенно-климатических условий с проявлением ряда как благоприятных, так и негативных факторов, определяющих эффективность возделывания культур, особенно многолетних [Переpravо и др., 2013; Абасов и др., 2022].

В связи с этим результаты селекционной работы требуют комплексной оценки в первую очередь в сравнении с лучшими сортами, наиболее широко распространенными как в регионе, так и в стране и мире в целом. Необходима оценка полученных сортов на их способность реализовывать свой потенциал в условиях конкретного региона [Лепкович, Спиридонов, 2017; Спиридонов, 2021; Камалетдинова и др., 2022; Островский, Коконов, 2023]. Использование сортов, адаптированных к различным регионам, должно быть основной стратегией эффективной селекции люцерны [Shietal., 2017; Кузнецов и др., 2023].

Наши исследования селекционных сортов различного географического происхождения показали, что сортовой состав, который можно эффективно использовать в условиях Среднего Урала, сильно ограничен, в первую очередь климатическими условиями региона.

Сорта люцерны европейского происхождения Галакси (Франция), Верко (Германия), Плато (Германия), Люзелль (Франция) в среднем за 2017-2021 гг. показывали продуктивность СВ достоверно на 29,6-80,9 % ниже стандарта при средней урожайности 0,57-2,11 кг/10 м².

Сорта российской селекции Виктория, Таисия, Гюзель, Тулунская гибридная, а так же сорт белорусской селекции Белорусская, находились на уровне стандарта со средней урожайностью в среднем за 4года исследований 2,52-3,39 кг/м², при урожайности стандарта – 3,0 кг/10 м². Сорта Дарья и

Изумруда с урожайностью СВ 3,89-4,07 кг/10 м² достоверно превосходили по урожайности стандарт, но находились на уровне созданного нами сорта Виктория (приложение Е.1).

По урожайности семян выделились только сорта: Уралочка и Находка, по урожайности семян находящиеся на уровне стандарта, а так же сорт Виктория, превосходящий стандарт на 48,1 %. Все остальные сорта с урожайностью семян в пределах 21,6-48,2 г/10 м² уступали стандарту на 23,8-71,8 % (табл. 6.1; приложение Е.2).

Таблица 6.1 – Урожайность семян и СВ различных сортов люцерны изменчивой в коллекционном питомнике, в среднем за 2017-2021 гг. (посев 2015 г.)

| Сорта | Урожайность семян, г / 10 м ² | | | Урожайность СВ, кг / 10 м ² | | |
|-----------------------------|---|--------|----------|---|--------|----------|
| | М | % к st | Cv, % | М | % к st | Cv, % |
| Сарга, Россия (st) | 76,6 | - | 28,8 | 3,00 | - | 50,4 |
| Виктория, Россия | 113,4* | 148,1 | 29,2 | 3,39 | 113,0 | 31,5 |
| Уралочка, Россия | 86,4 | 112,8 | 34,3 | 1,96* | 65,4 | 43,8 |
| Вела, Россия | 28,8* | 37,6 | 56,1 | 0,93* | 30,8 | 73,0 |
| Таисия, Россия | 37,8* | 49,4 | 58,0 | 3,01 | 100,3 | 32,8 |
| Находка, Россия | 67,8 | 88,5 | 49,8 | 1,07* | 35,8 | 53,1 |
| Дарья, Россия | 27,3* | 35,6 | 59,4 | 3,89* | 129,5 | 50,5 |
| Изумруда, Россия | 38,4* | 50,1 | 81,9 | 4,07* | 135,7 | 32,4 |
| Милена, Россия | 35,5* | 46,3 | 36,4 | 1,87* | 62,4 | 97,5 |
| Гюзель, Россия | 48,2* | 62,9 | 66,6 | 3,51 | 117,1 | 39,3 |
| Тулунская гибридная, Россия | 35,5* | 46,3 | 58,2 | 2,52 | 83,9 | 59,4 |
| Белорусская, Беларусь | 31,7* | 41,4 | 71,9 | 3,38 | 112,7 | 38,8 |
| Verko, Германия | 22,7* | 29,6 | 61,8 | 1,30* | 43,4 | 85,9 |
| Alfa, Нидерланды | 36,8* | 48,0 | 65,5 | 1,24* | 41,2 | 68,6 |
| Artemis, Нидерланды | 37,3* | 48,7 | 61,8 | 2,11* | 70,4 | 93,5 |
| Гибралтар, Дания | 21,6* | 28,2 | 57,8 | 0,57* | 19,1 | 48,3 |
| Super Nova, Дания | 25,9* | 33,8 | 54,3 | 1,61* | 53,8 | 48,4 |
| Fortuna, Дания | 29,8* | 38,9 | 43,2 | 1,10* | 36,6 | 40,4 |
| Relaks, Дания | 31,6* | 41,3 | 60,6 | 1,28* | 42,6 | 61,8 |
| Saskiya, Дания | 27,1* | 35,4 | 76,2 | 1,61* | 53,8 | 68,2 |
| Gong Nong № 1, Китай | 26,0* | 33,9 | 71,1 | 0,93* | 31,0 | 31,3 |
| В среднем | 42,2 | 55,1 | 43,5 | 2,11 | 70,4 | 46,6 |
| НСР _{0.05} | 15,1 | | | 0,84 | | |

Примечание * – различия достоверны по сравнению со стандартом при $p < 0.05$; М – среднее значение, Cv – коэффициент вариации по годам, %

Установлено, что в условиях Среднего Урала, сорта с большей урожайностью СВ потенциально обладают и лучшей семенной продуктивностью, что подтверждено достоверной корреляцией рангов между урожайностью СВ и урожайностью семян ($r_s=0,492$, корреляция достоверна при $p<0,05$).

Дисперсионный анализ показал, что, несмотря на ожидаемое значительное влияние среды, описываемой как сумму вариации «год пользования травостоем» и случайной дисперсии ($h^2_{\text{год}}=29,9-34,3\%$, $h^2_{\text{случ}}=14,7-15,3\%$), генотипическая составляющая сортов занимала наибольшую долю в общей изменчивости результативных признаков «урожайность СВ» ($h^2_A=50,4\%$) и «урожайность семян» $h^2_A=55,4\%$ (табл. 6.2).

Таблица 6.2 – Результаты дисперсионного анализа урожайности СВ и семян люцерны изменчивой в коллекционном питомнике, 2016-2021 гг. (посев 2015 г.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_f | $F_{0,05}$ | h^2_x |
|---|-------------------|----------|-----|--------|-------|------------|---------|
| Урожайность СВ кг/10 м ² . | Общее | 237,4 | 104 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 81,4 | 4 | - | - | - | 34,3 |
| | Генотип сорта (A) | 119,8 | 20 | 6,0 | 13,2 | 1,7 | 50,4 |
| | Случайное | 36,2 | 80 | 0,5 | | | 15,3 |
| Урожайность семян, г/10 м ² | Общее | 123736,3 | 131 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 37042,78 | 5 | - | - | - | 29,9 |
| | Генотип сорта (A) | 68552,78 | 21 | 3264,4 | 18,9 | 1,7 | 55,4 |
| | Случайное | 18140,78 | 105 | 172,8 | - | - | 14,7 |

Примечание. D – сумма квадратов отклонений (девианта); s^2 – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; $F_{0,05}$ – табличное значение $F_{0,05}$ – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h^2_x – сила влияния на результативный признак ($h^2_{\text{год}}$ – сила года пользования; h^2_A – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); $h^2_{\text{случ}}$ – сила влияния случайных факторов).

Не установлено математически доказанной разницы между испытанными сортами по содержанию СВ при уборке. В среднем по опыту содержание СВ составляло 22,85 %, а колебания между вариантами опыта находились в пределах 21,74-24,36 % или 95,3-104,6 % от стандарта (табл. 6.3; приложение Е.3).

Облиственность в среднем по опыту находился на уровне 51,4 %. Достоверно более низкой облиственность обладали сорта Вела, Находка,

Fortuna, а так же Гибралтар, уступая стандарту на 9,2-19,0 % в абсолютном исчислении (приложение Е.4). Установлено невысокое варьирование по годам у всех изученных сортов ($C_v=7,1-18,9$ %), что может свидетельствовать о достаточно высоком уровне генетической составляющей в этом признаке.

Таблица 6.3 – Содержание СВ и облиственность различных сортов люцерны изменчивой в коллекционном питомнике, 2017-2021 гг. (посев 2015 г.)

| Сорта | Содержание СВ, % | | | Облиственность, % | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------|-----------|-------------------|--------|-----------|
| | М | % к st | C_v , % | М | % к st | C_v , % |
| Сарга, Россия (st) | 23,23 | - | 6,5 | 57,8 | - | 7,3 |
| Виктория, Россия | 23,40 | 100,7 | 19,5 | 54,7 | 94,7 | 15,4 |
| Уралочка, Россия | 23,32 | 100,4 | 7,9 | 49,4 | 85,5 | 11,2 |
| Вела, Россия | 23,17 | 99,8 | 13,0 | 42,7 | 92,4 | 14,3 |
| Таисия, Россия | 22,80 | 98,1 | 8,0 | 54,1 | 93,7 | 11,0 |
| Находка, Россия | 24,36 | 104,9 | 7,5 | 48,4 | 83,8 | 16,4 |
| Дарья, Россия | 22,55 | 97,0 | 6,6 | 56,7 | 98,2 | 15,8 |
| Изумруда, Россия | 22,77 | 98,0 | 6,6 | 53,4 | 92,5 | 18,3 |
| Милена, Россия | 22,93 | 98,7 | 5,4 | 49,3 | 85,4 | 18,7 |
| Гюзель, Россия | 23,58 | 101,5 | 8,9 | 52,7 | 91,2 | 18,9 |
| Тулунская гибридная, Россия | 22,03 | 94,8 | 3,1 | 50,5 | 87,4 | 18,6 |
| Белорусская, Беларусь | 22,93 | 98,7 | 5,4 | 50,3 | 87,1 | 15,7 |
| Verko, Германия | 22,53 | 97,0 | 12,6 | 52,8 | 91,4 | 12,3 |
| Alfa, Нидерланды | 23,05 | 99,2 | 6,9 | 53,7 | 93,0 | 8,5 |
| Artemis, Нидерланды | 22,50 | 96,8 | 9,2 | 52,1 | 90,2 | 7,1 |
| Гибралтар, Дания | 21,74 | 93,6 | 13,3 | 38,8 | 84,0 | 5,8 |
| Super Nova, Дания | 23,03 | 99,1 | 6,3 | 53,1 | 91,9 | 12,9 |
| Fortuna, Дания | 22,14 | 95,3 | 8,6 | 48,6 | 84,1 | 12,6 |
| Relaks, Дания | 22,17 | 95,4 | 5,3 | 54,6 | 94,5 | 18,6 |
| Saskiya, Дания | 22,45 | 96,7 | 8,7 | 53,5 | 92,6 | 16,5 |
| Gong Nong № 1, Китай | 22,59 | 97,2 | 13,6 | 51,6 | 89,3 | 17,9 |
| В среднем | 22,82 | 98,2 | 6,2 | 51,4 | 90,7 | 12,5 |
| НСР _{0.05} | F _r <F _{0.05} | | | 9,2 | | |

Примечание - * – различия достоверны по сравнению со стандартом при $p < 0.05$; М – среднее значение, C_v – коэффициент вариации по годам, %

Вместе с тем, результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о том, что нулевую гипотезу влияния генотипа сорта на результативный признак «облиственность» отвергать нельзя ($h^2_A=17,4$ %) и необходимо учиты-

вать высокие доли в дисперсии этого признака условий года использования травостоев ($h^2_{\text{год}}=34,0\%$) и случайных факторов ($h^2_{\text{случ}}=48,5\%$) (табл. 6.4).

Таблица 6.4 – Результаты дисперсионного анализа облиственности и содержания СВ люцерны изменчивой в коллекционном питомнике, 2017-2021 гг. (посев 2015 г.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_f | $F_{0,05}$ | h^2_x |
|-------------------|-------------------|---------|-----|-------|-------|------------|---------|
| Облиственность, % | Общее | 10878,7 | 104 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 3702,5 | 4 | - | - | - | 34,0 |
| | Генотип сорта (А) | 1897,8 | 20 | 94,9 | 1,4 | 1,7 | 17,4 |
| | Случайное | 5278,4 | 80 | 66,0 | - | - | 48,5 |
| Содержание СВ, % | Общее | 427,9 | 104 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 169,5 | 4 | - | - | - | 39,6 |
| | Генотип сорта (А) | 35,4 | 20 | 1,8 | 0,6 | 1,9 | 8,3 |
| | Случайное | 223,0 | 80 | 2,8 | - | - | 52,1 |

Примечание. D – сумма квадратов отклонений (девианта); s^2 – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; $F_{0,05}$ – табличное значение $F_{0,05}$ – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h^2_x – сила влияния на резуль- тативный признак ($h^2_{\text{год}}$ – сила года пользования; h^2_A – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); $h^2_{\text{случ}}$ – сила влияния случайных факторов).

Не выявлено достоверного влияния фактора «генотип сорта» на резуль- тативный признак «содержание СВ» в зеленой массе ($h^2_A=8,3\%$).

В целом за период исследований 2017-2021 гг. установлено, что более облиственные генотипы формировали большую урожайность, что подтвер- ждено достоверной корреляцией Спирмена между урожаем СВ и облиствен- ностью ($r_s=0,550$, корреляция достоверна при $p<0,05$).

Достоверной корреляции между урожайностью семян и облиствен- ностью не выявлено ($r_s=0,192$). Результаты оценки содержания протеина и мак- роэлементов приведены в таблице 6.5 и приложениях Е.5-Е.9.

Содержание сырого и переваримого протеина в зависимости от сорта колебалось в пределах соответственно 17,16-20,87 % сырого протеина и 12,98-15,15 % – переваримого.

Достоверно меньшим по сравнению со стандартом содержанием сырого протеина характеризовались сорта Находка и Изумруда, соответственно на 2,47-3,35 % в абсолютном значении.

Оценка содержания переваримого протеина выявила достоверно меньшее его количество в сортах Находка, Изумруда, а так же Saskiya (Дания) и Гибралтар (Дания), что было ниже стандарта, сорта Сарга, на 1,52-1,92 % в абсолютном исчислении. Полученные данные сопоставимы с результатами исследований других авторов [Игнатъев и др., 2021 а, б].

Таблица 6.5 – Питательная ценность различных сортов люцерны, 2017-2021 гг. (посев 2015 г.)

| Сорт, гибрид | Содержание в СВ | | | | |
|-----------------------------|-----------------|-------|-------|--------|-------|
| | СП, % | ПП, % | Са, % | Р, % | К, % |
| Сарга, Россия (st) | 19,59 | 14,67 | 2,16 | 0,229 | 1,42 |
| Виктория, Россия | 18,73 | 14,26 | 2,11 | 0,264* | 1,48 |
| Уралочка, Россия | 18,71 | 14,04 | 2,09 | 0,268* | 1,55 |
| Вела, Россия | 19,58 | 14,62 | 2,38 | 0,232 | 1,32 |
| Таисия, Россия | 18,47 | 14,29 | 2,05 | 0,230 | 1,37 |
| Находка, Россия | 17,24* | 12,81 | 2,01 | 0,255 | 1,48 |
| Дарья, Россия | 18,34 | 13,50 | 2,25 | 0,191* | 1,23 |
| Изумруда, Россия | 17,16* | 12,75 | 2,11 | 0,178* | 1,37 |
| Милена, Россия | 19,01 | 14,28 | 2,30 | 0,255 | 1,53 |
| Гюзель, Россия | 17,98 | 13,35 | 2,38 | 0,256 | 1,39 |
| Тулунская гибридная, Россия | 20,86 | 15,59 | 2,20 | 0,279* | 1,35 |
| Белорусская, Беларусь | 20,42 | 15,06 | 2,07 | 0,273* | 1,34 |
| Verko, Германия | 18,42 | 13,24 | 2,11 | 0,207 | 1,17* |
| Alfa, Нидерланды | 17,86 | 13,45 | 2,23 | 0,229 | 1,29 |
| Artemis, Нидерланды | 19,69 | 14,23 | 2,24 | 0,218 | 1,35 |
| Гибралтар, Дания | 18,69 | 13,15 | 2,49* | 0,261 | 1,43 |
| Super Nova, Дания | 18,96 | 14,11 | 2,40 | 0,263 | 1,39 |
| Fortuna, Дания | 18,39 | 13,48 | 2,29 | 0,259 | 1,35 |
| Relaks, Дания | 20,87 | 15,15 | 2,11 | 0,244 | 1,27 |
| Saskiya, Дания | 18,17 | 12,98 | 2,21 | 0,200 | 1,12* |
| Gong Nong № 1, Китай | 20,42 | 14,89 | 2,25 | 0,260 | 1,23 |
| В среднем | 18,93 | 14,00 | 2,21 | 0,241 | 1,35 |
| НСР 0.05 | 1,90 | 1,46 | 0,27 | 0,035 | 0,23 |

Примечание: * – различия достоверны по сравнению со стандартом при $p < 0.05$; СП – сырой протеин; ПП – переваримый протеин; ВЭ – валовая энергия; КЕ – кормовые единицы; ПП – переваримый протеин; М – среднее значение, С_v – коэффициент вариации по годам, %

Дисперсионным анализом выявлено значительное влияние генотипа сорта на содержание как сырого, так и переваримого протеина, что подтверждается достоверно высокой силой влияния генотипа на изучаемые признаки (соответственно $h^2_A=32,4$ % – сырой протеин и $h^2_A=32,8$ % – переваримый протеин). В связи с этим нулевую гипотезу необходимо отвергнуть, на фоне высокого влияния условий года и случайных факторов (табл. 6.6).

Таблица 6.6 – Результаты дисперсионного анализа содержания протеина в СВ люцерны в коллекционном питомнике, 2017-2021 гг. (посев 2015 г.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_f | $F_{0,05}$ | h^2_x |
|-------------------------------------|-------------------|--------|-----|-------|-------|------------|---------|
| Содержание сырого протеина, % | Общее | 361,4 | 104 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 63,0 | 4 | - | - | - | 17,4 |
| | Генотип сорта (A) | 116,4 | 20 | 5,8 | 2,6 | 1,7 | 32,2 |
| | Случайное | 182,0 | 80 | 2,3 | | | 50,4 |
| Содержание переваримого протеина, % | Общее | 205,30 | 104 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 31,22 | 4 | - | - | - | 15,2 |
| | Генотип сорта (A) | 67,30 | 20 | 3,37 | 2,5 | 1,7 | 32,8 |
| | Случайное | 106,78 | 80 | 1,33 | - | - | 52,0 |

Примечание. D – сумма квадратов отклонений (девианта); s^2 – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; $F_{0,05}$ – табличное значение $F_{0,05}$ – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h^2_x – сила влияния на результативный признак ($h^2_{год}$ – сила года пользования; h^2_A – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); $h^2_{случ}$ – сила влияния случайных факторов).

Не выявлено достоверной зависимости между урожайностью семян и содержанием переваримого протеина и сырого протеина ($r_s=-0,121..0,011$).

Аналогичная тенденция отмечена и по зависимости урожайности СВ и содержания протеина ($r_s=-0,115...0,028$).

Динамика содержания основных макроэлементов во многом определяет кормовые достоинства люцерны, а также отвечает за поддержание метаболического статуса самих растений в процессе онтогенеза [Думачева, Ткаченко, 2010; Соколов и др., 2011].

Анализ содержания макроэлементов в СВ люцерны выявил незначительную их динамику в зависимости от сорта.

В среднем по опыту содержание кальция составляло 2,21 %, фосфора – 0,241 %, калия – 1,35 %. Установлено достоверно большее по сравнению со

стандартом содержание кальция только у сорта Гибралтар (Дания) в фактическом выражении на 0,33 %. Повышенным содержанием фосфора характеризовались сорта Виктория (на 0,035 % больше стандарта), Уралочка (на 0,037 % выше стандарта), Тулунская гибридная (на 0,050 % выше стандарта) и Белорусская (на 0,044 % выше стандарта). Пониженным содержанием калия отличались сорта Verko (Германия) и Saskiya (Дания), соответственно на 0,25% и 0,30 % ниже стандарта сорта Сарга.

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о том, что, несмотря на значительное влияние условий года пользования травостоями ($h^2_{\text{год}}=42,1-84,4$ %) и случайных факторов ($h^2_{\text{случ}}=10,6-42,1$ %) на результативные признаки «содержание Са», «содержание Р», «содержание К», нулевую гипотезу влияния фактора «генотип сорта» необходимо отвергнуть (табл. 6.7).

Таблица 6.7 – Результаты дисперсионного анализа признаков и свойств характеризующих макроэлементный состав СВ люцерны в коллекционном питомнике, 2017-2021 гг. (посев 2015 г.)

| Признак | Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_f | $F_{0,05}$ | h^2_x |
|------------------|-------------------|-------|-----|-------|-------|------------|---------|
| Содержание Са, % | Общее | 20,09 | 104 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 14,68 | 4 | - | - | - | 73,1 |
| | Генотип сорта (А) | 1,69 | 20 | 0,08 | 1,8 | 1,7 | 8,4 |
| | Случайное | 3,72 | 80 | 0,05 | | | 18,5 |
| Содержание Р, % | Общее | 0,33 | 104 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 0,14 | 4 | - | - | - | 42,1 |
| | Генотип сорта (А) | 0,08 | 20 | 0,004 | 3,0 | 1,7 | 24,6 |
| | Случайное | 0,11 | 80 | 0,001 | | | 33,3 |
| Содержание К, % | Общее | 25,5 | 104 | - | - | - | 100,0 |
| | Условия года | 21,5 | 4 | - | - | - | 84,4 |
| | Генотип сорта (А) | 1,3 | 20 | 0,06 | 1,9 | 1,7 | 5,0 |
| | Случайное | 2,7 | 80 | 0,03 | - | - | 10,6 |

Примечание. D – сумма квадратов отклонений (девианта); s^2 – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; F_f – фактическое значение F-критерия Фишера; $F_{0,05}$ – табличное значение $F_{0,05}$ – критерия Фишера при уровне значимости оценки 5%; h^2_x – сила влияния на результативный признак ($h^2_{\text{год}}$ – сила года пользования; h^2_A – сила влияния генотипа сорта (организованный фактор); $h^2_{\text{случ}}$ – сила влияния случайных факторов).

Таким образом, количество накапливаемых макроэлементов в СВ с высокой долей вероятности можно считать генетически обусловленными признаками, с возможностью селекции по их изменению.

Не выявлено достоверных корреляций между содержанием элементов питания в СВ и его урожайностью ($r_s = -0,103 \dots 0,155$). Установлена отрицательная зависимость между содержанием в СВ кальция и урожайностью семян, подтвержденная достоверной корреляцией ($r_s = -0,511$, достоверна при $p < 0,05$). Выявлена достоверная положительная корреляция между содержанием фосфора в СВ и урожайностью семян ($r_s = 0,471$, достоверна при $p < 0,05$). Установлено положительное влияние калия на урожайность семян, подтвержденное положительной корреляцией Спирмена средней силы ($r_s = 0,603$, достоверна при $p < 0,05$).

Для выявления комплексных связей использовали кластерный анализ. Применение кластерного анализа позволило нам провести классификацию изученных сортов одновременно по всему множеству изученных признаков и наглядно продемонстрировать их распределение в поле двух, наиболее важных, наглядно продемонстрировать распределение изученных: урожайности СВ и урожайности семян (рис. 6.8).

Установлено наличие явно выраженной дифференциации сортов по признакам общности комплекса изучаемых признаков. Так же показано, что созданные нами сорта Виктория, Уралочка, выделились в отдельные кластеры. Наиболее близкими к ним оказались сорт Сарга, ранее созданный на Среднем Урале и сорт Находка, полученный в ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в условиях Подмосковья.

Полученные результаты соответствуют истории создания этих сортов. Для создания сортов Сарга, Виктория и Уралочка использовались созданные нами самофертильные автотриппингующиеся линии, объединенные в сложногогибридные популяции [Тормозин и др., 2019; Тормозин, Зырянцева, 2019]. Создание сорта Находка основывалась на тех же принципах с использованием самоопыляющихся линий.

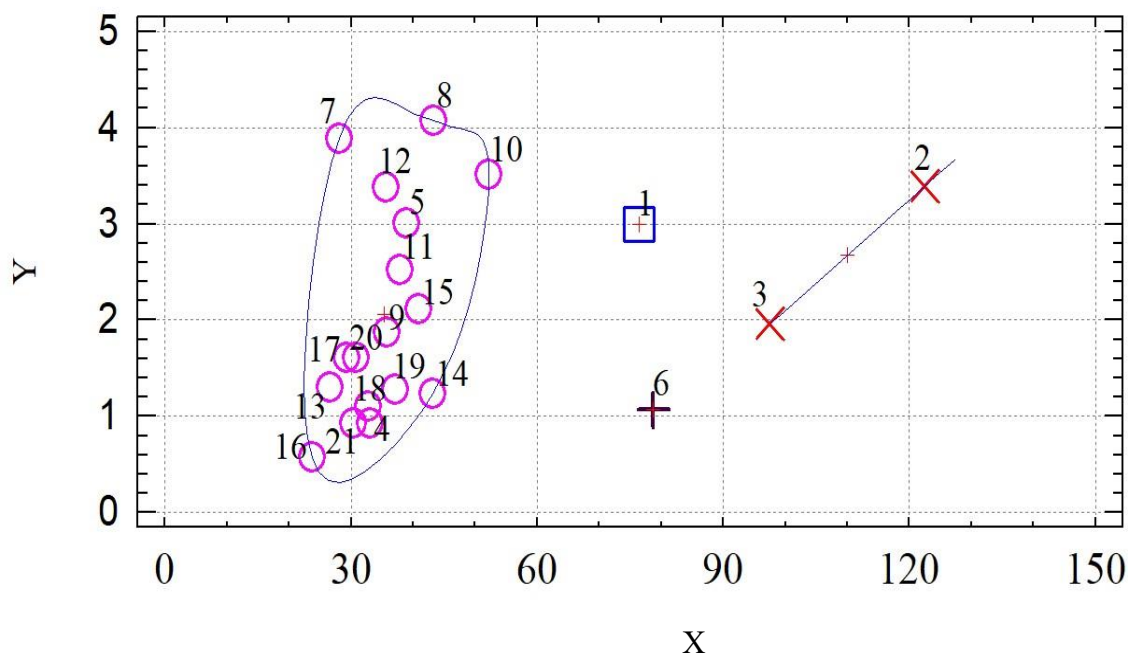


Рисунок 6.8 – Результаты кластерного анализа изучаемых селекционных образцов по средним значениям признаков (2016-2021 гг.)

Примечания. По оси Y – среднее значение урожайности СВ в среднем за 2017-2021 гг.; по оси X – среднее значение урожайности семян в среднем за 2017-2021 гг.; метод кластеризации: самый дальний сосед (полная связь); метрика расстояния: Евклидова.

1. Сарга (st); 2. Виктория; 3. Уралочка; 4. Вела; 5. Таисия; 6. Находка; 7. Дарья; 8. Изумруда; 9. Милена; 10. Гюзель; 11. Тулунская гибридная; 12. Белорусская; 13. Verko; 14. Alfa; 15. Artemis; 16. Гибралтар; 17. SuperNova; 18. Fortuna; 19. Relaks; 20. Saskiya; 21. GongNong № 1.

Объединение оставшихся сортов в отдельный кластер может свидетельствовать о возможной общности происхождения их зародышевой плазмы и ее высокой однородности, а так же ее отличия от сортов, полученных в результате наших исследований и проведенной селекционной работы.

Несмотря на довольно широкое распространение сортов, объединенных в этот кластер, в условиях Среднего Урала в среднем за 2017-2021 гг. они уступали стандарту, сорту Сарга, по урожайности семян на 37,1-71,8 % на фоне в целом меньшей урожайности СВ.

6.3 Оценка сортов и созданных селекционных образцов люцерны в условиях Центрально-Черноземного региона

Несмотря на значительные успехи мировой науки в селекции люцерны, создание большого количества новых современных сортов, остается актуаль-

ной задачей повышения семенной продуктивности и ее сопряженности с высокой кормовой продуктивностью, что связано с особенностями опыления и формирования семян этой культурой [Думачева, Ткаченко, 2010; Тормозин и др., 2019]. Обостряется проблема продуктивности люцерны в связи с изменением климата, плодородия почв, динамикой экологических условий различных регионов, обострением проблемы опылителей, вредителей и болезней [Соложенцева, 2017, 2022; Костенко и др., 2022]. Особую роль приобретают работы по экологическому изучению селекционного материала как неотъемлемой части процесса создания форм с новыми признаками и свойствами, а так же эффективного их использования в селекционно-семеноводческом процессе [Золотарев и др., 2016; Сапрыкин и др., 2020].

Важно оценивать, как современные сорта реагируют на новые вызовы: климатические изменения, изменение технологического уклада, широкое распространение болезней и вредителей, в том числе новых [Богоутдинов, 2013; Богоутдинов и др., 2019].

Исследования проведены в условиях Белгородской области. Экологические условия региона, в первую очередь условия влагообеспеченности периода вегетации, позволяют получать до трех укосов люцерны. Однако в большинстве случаев основной урожай формируется двумя укосами.

Результаты наших исследований показали, что образцы люцерны различного географического происхождения отличаются, как по характеру формирования урожайности в различных укосах, так и по уровню продуктивного долголетия [Тормозин и др., 2023].

По результатам проведенных полевых опытов, по урожайности СВ можно выделить две группы сортов и селекционных образцов, резко отличающиеся друг от друга (табл. 6.8).

К I группе относятся образцы, которые формируют наибольший урожай в первый год пользования, превосходя стандарт на 18,0-40,4 %, но резко снижают урожай к третьему году пользования, значительно (на 33,1-39,7 %) уступая стандарту. Если в первый год пользования они создавали урожай-

ность СВ в пределах 621,0-734,8 г/м², то на третий год жизни урожайность СВ составляла 291,4-341,6 г/м². К ним необходимо отнести сорта люцерны посевной европейской селекции (Плато, Верко, Люзелль, Галакси), канадский сорт Дакота, а так же сорт Краснояружская 2, созданный в Белгородской области.

Таблица 6.8 – Урожайность СВ различных сортов и селекционных образцов люцерны в ЦЧР, г/м²[Тормозин и др., 2023]

| Сорта и селекционные образцы | Годы испытаний | | | | | | В среднем | |
|------------------------------|----------------|--------|-------|--------|-------|--------|-----------|--------|
| | 2020 | | 2021 | | 2022 | | | |
| | М | ± к st | М | ± к st | М | ± к st | М | ± к st |
| Белгородская-86 (st) | 523,2 | - | 514,8 | - | 483,6 | - | 507,2 | - |
| Сарга | 504,2 | -19,0 | 530,8 | 16,0 | 541,8 | 58,2 | 525,6 | 18,4 |
| Виктория | 517,0 | -6,2 | 548,4 | 33,6 | 548,4 | 64,8 | 537,9 | 30,7 |
| 193-95 д | 500,6 | -22,6 | 544,6 | 29,8 | 534,6 | 51,0 | 526,6 | 19,4 |
| 20-89 Н | 519,8 | -3,4 | 543,8 | 29,0 | 545,4 | 61,8 | 536,3 | 29,1 |
| Vela x Сарга | 521,2 | -2,0 | 511,2 | -3,6 | 518,0 | 34,4 | 516,8 | 9,6 |
| Находка | 500,2 | -23,0 | 447,2 | -67,6 | 482,4 | -1,2 | 476,6 | -30,6 |
| Вега 87 | 514,6 | -8,6 | 450,8 | -64,0 | 455,8 | -27,8 | 473,7 | -33,5 |
| Краснояружская 1 | 705,8 | 182,6 | 565,4 | 50,6 | 535,0 | 51,4 | 602,1 | 94,9 |
| Краснояружская 2 | 729,4 | 206,2 | 534,0 | 19,2 | 341,6 | -142,0 | 535,0 | 27,8 |
| Дакота | 726,4 | 203,2 | 518,0 | 3,2 | 323,4 | -160,2 | 522,6 | 15,4 |
| Верко | 734,8 | 211,6 | 510,2 | -4,6 | 292 | -191,6 | 512,3 | 5,1 |
| Плато | 702,8 | 179,6 | 511,0 | -3,8 | 308,4 | -175,2 | 507,4 | 0,2 |
| Люзелль | 663,2 | 140,0 | 474,8 | -40,0 | 291,4 | -192,2 | 476,5 | -30,7 |
| Галакси | 621,0 | 97,8 | 448,2 | -66,6 | 308,4 | -175,2 | 459,2 | -48,0 |
| Артемиды | 700,8 | 177,6 | 561,4 | 46,6 | 444,0 | -39,6 | 568,7 | 61,5 |
| Павловская 7 | 474,2 | -49,0 | 519,0 | 4,2 | 512,0 | 28,4 | 501,7 | -5,5 |
| НСР ₀₅ | 25,3 | | 28,5 | | 31,2 | | 17,6 | |

Снижение урожая на 3 год пользования травостоями по сравнению с 1 годом пользования составляло до 55,2 % (Дакота), 60,2 % (Плато), 53,3 % (Краснояружская 2).

Ко II относятся сорта со стабильной урожайностью СВ в течение трехлетнего использования травостоев. Причем на третий год пользования урожайность СВ у этих сортов либо не уступала урожайности первого года жизни, либо превосходила его на 31,0-37,6 г/м². К ним необходимо отнести пестрогибридные сорта и селекционные образцы уральской селекции: Сарга, Вик-

тория, а так же селекционные образцы 193-95 д, 20-89 Н, Vela x Сарга, полученные там же. В эту группу входит воронежский сорт люцерны желтой – Павловская 7.

Сорта синегибридной люцерны селекции различных учреждений (Белгородская 86, Краснояружская 1, Находка, Вега 87) и люцерна посевная (Артемида), занимали промежуточное положение.

В целом по опыту наибольшая урожайность семян у всех изученных образцов формировалась в первый год семенного использования травостоев и изменялась от 46,7, до 96,2 г/м². К третьему году жизни отмечено снижение урожайности семян в зависимости от сорта на 14,7-83,0 % (табл. 6.9).

Таблица 6.9 – Урожайность семян различных сортов и селекционных образцов люцерны в ЦЧР, г/м² [Тормозин и др., 2023]

| Сорта и селекционные образцы | Годы испытаний | | | | | | В среднем | |
|------------------------------|----------------|--------|------|--------|------|--------|-----------|--------|
| | 2020 | | 2021 | | 2022 | | | |
| | М | ± к st | М | ± к st | М | ± к st | М | ± к st |
| Белгородская-86 (st) | 92,1 | - | 55,0 | - | 30,5 | - | 59,2 | - |
| Сарга | 91,2 | -0,9 | 83,7 | 28,7 | 77,8 | 47,3 | 84,2 | 25,0 |
| Виктория | 96,1 | 4,0 | 75,4 | 20,4 | 69,7 | 39,2 | 80,4 | 21,2 |
| 193-95 д | 94,8 | 2,7 | 81,0 | 26,0 | 68,7 | 38,2 | 81,5 | 22,3 |
| 20-89 Н | 92,0 | 0,0 | 74,8 | 19,9 | 69,4 | 38,9 | 78,8 | 19,6 |
| Vela x Сарга | 86,3 | -5,7 | 74,1 | 19,1 | 68,4 | 37,9 | 76,3 | 17,1 |
| Находка | 87,2 | -4,9 | 58,5 | 3,5 | 41,4 | 10,9 | 62,4 | 3,2 |
| Вега 87 | 88,9 | -3,2 | 51,7 | -3,3 | 42,4 | 12,0 | 61,0 | 1,8 |
| Краснояружская 1 | 93,6 | 1,5 | 60,6 | 5,6 | 42,0 | 11,5 | 65,4 | 6,2 |
| Краснояружская 2 | 67,9 | -24,1 | 34,1 | -20,9 | 23,0 | -7,5 | 41,7 | -17,5 |
| Дакота | 68,3 | -23,7 | 31,5 | -23,5 | 17,7 | -12,8 | 39,2 | -20,0 |
| Верко | 55,2 | -36,9 | 27,4 | -27,6 | 14,7 | -15,8 | 32,4 | -26,7 |
| Плато | 47,7 | -44,4 | 18,4 | -36,6 | 8,7 | -21,8 | 24,9 | -34,3 |
| Люзелль | 52,8 | -39,3 | 23,4 | -31,6 | 9,2 | -21,3 | 28,5 | -30,7 |
| Галакси | 46,7 | -45,3 | 13,1 | -41,9 | 7,9 | -22,5 | 22,6 | -36,6 |
| Артемида | 94,7 | 2,7 | 49,0 | -6,0 | 30,1 | -0,4 | 57,9 | -1,2 |
| Павловская 7 | 58,5 | -33,6 | 51,8 | -3,2 | 49,0 | 18,5 | 53,1 | -6,1 |
| НСР ₀₅ | 13,6 | | 16,0 | | 12,8 | | 9,1 | |

Среди общего количества изученных образцов по способности формировать семена на юге Среднерусской возвышенности выделили несколько

групп в зависимости от географического происхождения. Наименьшей семенной продуктивностью отличались сорта люцерны посевной западноевропейской селекции (Верко, Плато, Люзелль, Галакси), белгородский сорт Краснояружская 2, канадский сорт Дакота.

Урожайность семян в первый год пользования семенными травостоев у них изменялась от 46,7 г/м² (Галакси), до 55,2 г/м² (Верко). У этой же группы сортов отмечено наибольшее снижение урожайности семян на третий год пользования до 22,0-32 г/м². Коэффициент вариации урожайности семян за трехлетний период в этой группе составил 52,2-76,2 %, а снижение урожайности семян составляло 73,4-83,0 % (сорт Галакси).

Сорта белгородской (Белгородская 86, Краснояружская 1), саратовской селекции (Артемида), ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (Луговая, Московская область) (Находка, Вега 87), формируют урожайность семян в первый год пользования на уровне стандарта в пределах 86,3-96,1 г/м². Однако на третий год пользования снижение урожая семян у них составляло 52,0-66,9 %. Фактическая урожайность семян в этот период находилась в пределах 30,1-42,3 г/м².

Особое место занимают сорта и селекционные образцы пестрогибридной люцерны уральской селекции (Сарга, Виктория, 193-95 д, 20-89 Н, Vela x Сарга) и сорт желтой люцерны воронежской селекции Павловская 7. В среднем за 3 года они формировали наибольшую урожайность семян (76,3-84,2 г/м²), при этом показатель минимально варьировал по годам (коэффициент вариации составлял 6,6-14,1%). Снижение урожая от первого года пользования к третьему в этой группе было наименьшим у сорта Сарга (14,7 %), а максимальным у сорта Виктория и селекционного образца 193-95 д (27,5 %). Люцерна желтая Павловская 7 от первого года к третьему показывала снижение урожайности семян на 16,3 %, при коэффициенте вариации в среднем за 3 года 7,5 %.

В последние десятилетия во многих регионах России наблюдается снижение кормовой и особенно семенной продуктивности люцерны, связанное распространением вирусно-фитоплазменной инфекции в форме «ведьминой метлы» люцерны (ВМЛ) [Богоутдинов и др., 2019].

Растения люцерны, пораженные вирусно-фитоплазменной инфекцией (ВМЛ), отстают в росте, становятся малоустойчивы к другим биотическим и абиотическим факторам, травостой преждевременно изреживаются. В ареалах вредоносности ВМЛ, необходимо комплексное применение профилактических мероприятий, в которых одно из основных мест занимает использование устойчивых сортов [Соложенцева, 2021, 2022] (рис. 6.9).

А



В



Рисунок 6.9– Общий вид растений люцерны не пораженных (А) и пораженных (В) вирусно-фитоплазменной инфекцией (ВМЛ) (фото М.А. Тормозина)

Ареал заболевания включает в себя значительные территории Поволжья, Ростовской области, Северного Кавказа, Алтайского края и других регионов России, а так же Украины и Средней Азии. Пораженные растения образуют большое количество мелких побегов, характеризуются карликовостью, наличием большого количества мелких листьев, редуцированными генеративными органами.

Проявление поражения растений ВМЛ увеличивалось от первого года пользования к третьему у всех изученных видов и сортов (табл. 6.10).

Сорта люцерны посевной наиболее сильно поражались ВМЛ (распространенность в первый год пользования составляла 1,1-3,0 %, на третий год

пользования – 18,0-30,4 %). Распространенность ВМЛ у сортов люцерны изменчивой составляла в этих же условиях соответственно 0,8-1,7 и 7,6-12,0 %.

Установлена значительно меньшая распространенность ВМЛ у сортов уральской селекции (0,3-0,6 % в первый год пользования и 7,1-8,8 % на третий год пользования). Минимальное проявление поражения ВМЛ выявлено у люцерны желтой сорта Павловская 7.

Таблица 6.10 – Распространенность ВМЛ у различных образцов люцерны, % [Тормозин и др., 2023]

| Сорта и селекционные образцы | Годы испытаний | | | | | | В среднем | |
|------------------------------|----------------|--------|------|--------|------|--------|-----------|--------|
| | 2020 | | 2021 | | 2022 | | М | ± к ст |
| | М | ± к ст | М | ± к ст | М | ± к ст | | |
| Белгородская-86 (ст) | 0,8 | - | 6,1 | - | 13,2 | - | 6,7 | - |
| Сарга | 0,5 | -0,3 | 2,2 | -3,9 | 7,1 | -6,1 | 3,3 | -3,4 |
| Виктория | 0,4 | -0,4 | 2,6 | -3,5 | 8,8 | -4,4 | 3,9 | -2,8 |
| 193-95 д | 0,3 | -0,5 | 1,8 | -4,3 | 7,8 | -5,4 | 3,3 | -3,4 |
| 20-89 Н | 0,6 | -0,2 | 2,1 | -4,0 | 7,6 | -5,6 | 3,4 | -3,3 |
| Vela x Сарга | 0,5 | -0,3 | 3,8 | -2,3 | 9,1 | -4,1 | 4,5 | -2,2 |
| Находка | 0,8 | 0,0 | 7,4 | 1,3 | 12,0 | -1,2 | 6,7 | 0,0 |
| Вега 87 | 0,6 | -0,2 | 6,7 | 0,6 | 11,7 | -1,5 | 6,3 | -0,4 |
| Краснояржская 1 | 0,7 | -0,1 | 6,7 | 0,6 | 12,2 | -1,0 | 6,5 | -0,2 |
| Краснояржская 2 | 1,7 | 0,9 | 8,1 | 2,0 | 17,7 | 4,5 | 9,2 | 2,5 |
| Дакота | 1,1 | 0,3 | 8,8 | 2,7 | 18,0 | 4,8 | 9,3 | 2,6 |
| Верко | 2,1 | 1,3 | 10,9 | 4,8 | 23,4 | 10,2 | 12,1 | 5,4 |
| Плато | 2,7 | 1,9 | 11,4 | 5,3 | 22,6 | 9,4 | 12,2 | 5,5 |
| Люзелль | 2,2 | 1,4 | 14,8 | 8,7 | 28,6 | 15,4 | 15,2 | 8,5 |
| Галакси | 3,0 | 2,2 | 15,6 | 9,5 | 30,4 | 17,2 | 16,3 | 9,6 |
| Артемид | 2,4 | 1,6 | 5,9 | -0,2 | 14,2 | 1,0 | 7,5 | 0,8 |
| Павловская 7 | 0,3 | -0,5 | 0,8 | -5,3 | 3,8 | -9,4 | 1,6 | -5,1 |
| НСР ₀₅ | 0,8 | | 1,4 | | 3,9 | | 1,7 | |

Анализ результатов методом двухфакторного дисперсионного анализа приведен в таблице 6.11.

Выявлено достоверное влияние изучаемых факторов «год пользования травостоя» и «генотип» образца на изучаемые результативные признаки. Установлено, что фактор А (год пользования травостоя) наиболее значительно влияет на результативные признаки «урожайность СВ» и «распространен-

ность ВМЛ», а влияние генотипа значительно сказывается на урожайности семян ($h^2_B = 51,0 \%$).

Таблица 6.11 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа изучаемых признаков

| Результативный признак | Источник вариации | D | n-1 | s^2 | F_f | $F_{st0.05}$ | h^2_x |
|------------------------|-------------------|-----------|-----|----------|--------|--------------|---------|
| УС, г/м ² | Общее | 206781,3 | 254 | - | - | - | 100 |
| | Повторения | 439,5 | 4 | - | - | - | 0,2 |
| | Случайное | 25318,0 | 200 | 126,6 | - | - | 12,2 |
| | А | 64142,3 | 2 | 32071,1 | 253,3 | 3 | 31,0 |
| | В | 105460,0 | 16 | 6591,2 | 52,1 | 1,7 | 51,0 |
| | А×В | 11421,4 | 32 | 356,9 | 2,8 | 1,5 | 5,5 |
| УСВ, г/м ² | Общее | 2952819,8 | 254 | - | - | - | 100 |
| | Повторения | 5037,2 | 4 | - | - | - | 0,2 |
| | Случайное | 99997,9 | 200 | 499,9 | - | - | 3,4 |
| | А | 1067734,3 | 2 | 533867,1 | 1067,8 | 3 | 36,2 |
| | В | 302649,6 | 16 | 18915,6 | 37,8 | 1,7 | 10,2 |
| | А×В | 1477400,6 | 32 | 46168,8 | 92,4 | 1,5 | 50,0 |
| ВМЛ, % | Общее | 32784,6 | 509 | - | - | - | 100 |
| | Повторения | 413,6 | 9 | - | - | - | 1,2 |
| | Случайное | 4065,5 | 450 | 9,0 | - | - | 12,4 |
| | А | 15360,2 | 2 | 7680,1 | 850,1 | 3 | 46,8 |
| | В | 8974,2 | 16 | 560,8 | 62,1 | 1,7 | 27,4 |
| | А×В | 3970,9 | 32 | 124,1 | 13,7 | 1,4 | 12,1 |

Примечания: УС – урожайность семян; УСВ – урожайность СВ; ВМЛ – распространенность вирусно-фитоплазменных инфекций; фактор А – «год использования травостоя»; фактор В – «генотип» образца; D – сумма квадратов отклонений (девианта); s^2 – дисперсия; n-1 – число степеней свободы; h^2_x – сила влияния на результативный признак.

Взаимодействие «генотип-среда» (взаимодействие изучаемых факторов) при невозможности отклонения нулевой гипотезы его влияния для всех результативных признаков, оказывает наибольшее влияние на урожайность СВ. Полученные результаты позволяют констатировать факт достоверной зависимости урожайности СВ, урожайности семян люцерны и степени распространенности ВМЛ.

С целью оценки тесноты связи между отдельными морфо-биологическими признаками, характеризующими кормовую и семенную продуктивность, рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена. Теснота связи различалась в зависимости от года использования травостоев. Установлена тесная отрицательная кор-

реляционная связь между урожайностью семян и распространенностью ВМЛ (в 1-й год пользования – $r_s = -0,695$; 2-й год пользования – $r_s = -0,823$, 3-й год пользования – $r_s = -0,879$).

Одновременно с этим, установлена тесная отрицательная корреляция между распространенностью ВМЛ и количеством соплодий (в 1-й год пользования – $r_s = -0,548$; 2-й год пользования – $r_s = -0,774$; 3-й год пользования – $r_s = -0,736$), между распространенностью ВМЛ и количеством продуктивных стеблей (соответственно по годам: $r_s = -0,851$, $r_s = -0,808$, $r_s = -0,821$), а так же распространенностью ВМЛ люцерны и жизнеспособностью семян в плодах (соответственно по годам: $r_s = -0,695$, $r_s = -0,803$, $r_s = -0,867$).

Вышесказанное может свидетельствовать о значительном влиянии ВМЛ на семенную продуктивность посевов и урожайность семян, а так же важность подбора сортов, более устойчивых к болезни.

Установлена сильная положительная корреляция между урожайностью СВ в первый год использования посевов на корм и распространенностью ВМЛ, соответственно в первом укосе ($r_s = 0,821$) и втором укосе ($r_s = 0,821$). Однако в последующие годы эта тенденция сменилась противоположной: на второй год использования травостоев корреляция рангов между урожайностью СВ и распространенностью ВМЛ была уже слабо отрицательной ($r_s = -0,507 \dots -0,537$), а на третий год пользования корреляция была уже сильная ($r_s = -0,875 \dots -0,887$).

Установлена сильная положительная связь, подтвержденная корреляцией Спирмена между распространенностью ВМЛ и содержанием протеина в сухой массе образцов: в первый год пользования – $r_s = 0,926$, во второй год пользования – $r_s = 0,871$, в третий год пользования – $r_s = 0,891$.

Таким образом, результатами экологического испытания установлено, что в условиях юга ЦЧР сорта и образцы уральской селекции обладают наиболее стабильной урожайностью семян – в среднем за 3 года исследований на уровне $76,3 \dots 84,2$ г/м². По общей урожайности СВ за трехлетний период они не уступают отечественным и импортным сортам, наиболее широко

распространенным в ЦЧР, и позволяют получать в среднем за 3 года урожайность СВ на уровне 516,8...537,9 г/м²

Инфекции в форме ВМЛ способны оказывать решающее влияние на урожайность люцерны, возделываемой на корм и особенно на семена. Минимальная поражаемость ВМЛ отмечена в посевах люцерны желтой сорта Павловская 7 – распространенность в среднем за три года 1,6 %.

Среди сортов люцерны изменчивой и посевной наиболее сильно подвержены инфекции сорта европейской селекции – Галакси, Верко, Плато, Люзелль (распространенность в среднем за три года 12,1...16,3 %). В наименьшей степени в этой группе сортов поражаются пестрогибридные сорта и селекционные образцы люцерны изменчивой уральской селекции Сарга, Виктория, 193-95 д, 20-89 Н, Vela x Сарга (распространенность в среднем за три года 3,3...4,5 %).

Для повышения семенной продуктивности люцерны и ее устойчивости к ВМЛ в условиях юга Среднерусской возвышенности в селекционной работе необходимо использовать уральские сорта и селекционные образцы Сарга, Виктория, 193-95 д, 20-89 Н, Vela x Сарга и желтую люцерну Павловская 7.

ГЛАВА 7 ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОРТОВ И СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЮЦЕРНЫ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ

7.1 Экономическая оценка сортов и созданных селекционных образцов в условиях Центрально-Черноземного региона

Ландшафтно-климатические условия юга Среднерусской возвышенности и Центрально-Черноземного региона в целом, потенциально является благоприятным для размещения товарного семеноводства люцерны. Широкое распространение овражно-балочных комплексов с мелкоконтурными полями позволяет создавать условия для семеноводческих посевов [Думачева, Чернявских, 2014].

В связи с этим значительный интерес представляет оценка эффективности новых сортов и перспективных селекционных образцов, полученных нами в этом регионе.

Оценка экономической эффективности возделывания сортов и селекционных образцов люцерны в условиях ЦЧР показала, что в среднем за 2019-2021 гг. наименьшая себестоимость сенажа отмечена у сортов Краснояружская 1, Артемида, Сарга, Виктория и селекционных образцов 193-95 д, 20-89 Н, Vela x Сарга – в пределах $1\ 367,4 \pm 180,3 \dots 1564,9 \pm 53,0$ руб./т.

Максимальную стабильность по годам показывали сорта и селекционные образцы уральской селекции ($C_v=18,4-26,4$ %).

Наибольшее варьирование себестоимости сенажа по годам отмечено у сортов Дакота (Канада), Верко (Германия), Плато (Германия), Люзелль (Франция), Галакси (Франция) – $C_v=69,7 \dots 89,6$ % (табл. 7.1).

Все возделываемы сорта и селекционные образцы в среднем за 2019-2021 гг. обеспечивали рентабельное производство сенажной массы. Однако наименьшая рентабельность производства отмечена у сортов французской селекции Люзелль и Галакси (рентабельность $72,1 \dots 78,8$ %) с $C_v=90,7$..

97,0%, а так же у сортов Вега 87 и Находка российской селекции (рентабельность 76,3...77,1%) с варьированием по годам $C_v=19,4...26,4$ %.

Сорта и селекционные образцы уральской селекции показывали рентабельность производства в пределах 95,0...99,6 % с минимальным варьированием по годам ($C_v=1,1...9,6$ %). Максимальную рентабельность на уровне 100,6 ... 124,5 % показывали сорта Краснояружская 1, Артемида и Краснояружская 2.

При возделывании люцерны на семена в условиях Белгородской области в среднем за 2019-2021 гг. сорта селекции Франции, Германии характеризуюсь минимальной семенной продуктивностью, обеспечивали наибольшую себестоимость семян: Верко (Германия) – $524,45 \pm 267,15$ руб./кг, Плато (Германия) – $820,77 \pm 494,97$ руб./кг, Люзелль (Франция) – $737,41 \pm 493,90$ руб./кг, Галакси (Франция) – $965,33 \pm 504,12$ руб./кг. Себестоимость их семян, полученных в Белгородской области, была в 2,0-3,7 раза выше, чем стандартного сорта Белгородская 86. В результате производство семян этих сортов в условиях Белгородской области было убыточно (убыток – $1,68 \pm 5,56...-4,96 \pm 5,93$ тыс. руб./га) (табл. 7.2).

Наибольшую рентабельность получения семян обеспечивали сорта и селекционные образцы уральской селекции: сорта Сарга (рентабельность $55,9 \pm 3,4$ %), Виктория (рентабельность $55,9 \pm 3,4$ %); селекционные номера 193-95 д (рентабельность $53,0 \pm 6,8$ %), 20-89 Н (рентабельность $53,7 \pm 4,9$ %) и Vela x Сарга (рентабельность $52,3 \pm 6,2$ %) с минимальным варьированием рентабельности по годам ($C_v=9,0-18,9$ %). Эти варианты обеспечивали себестоимость семян $147,46...164,1$ руб./кг, что ниже стандарта, сорта Белгородская 86, в 1,6...1,78 раз.

В среднем за 3 года исследований селекционные образцы и сорта уральской селекции обеспечивали прибыль с 1 га в пределах $13,04 \pm 2,39 - 15,71 \pm 1,65$ тыс. руб./га, что выше стандарта в 1,82- 2,20 раза.

Таблица 7.1 – Экономическая эффективность возделывания различных сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой на сенаж (55 % влажности) при двуукосном использовании травостоев, Белгородский район, Белгородская обл. (2020-2022 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Средняя урожайность сенажа, т/ га | | Себестоимость, руб./ т | | Прибыль, тыс. руб./ га | | Рентабельность, % | |
|------------------------------|-----------------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------|-------|
| | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % |
| Белгородская-86 (st) | 7,86±0,24 | 4,1 | 1614,1±80,1 | 6,6 | 10,79±0,87 | 10,5 | 86,4±8,9 | 13,9 |
| Сарга | 8,15±0,22 | 3,7 | 1538,3±6,4 | 0,6 | 11,91±0,31 | 3,4 | 95,0±0,8 | 1,1 |
| Виктория | 8,34±0,22 | 3,4 | 1503,0±17,5 | 1,6 | 12,48±0,29 | 3,4 | 99,6±2,3 | 3,2 |
| 193-95 д | 8,16±0,27 | 4,4 | 1536,0±28,9 | 2,6 | 11,95±0,51 | 6,1 | 95,4±3,7 | 5,3 |
| 20-89 Н | 8,31±0,17 | 2,7 | 1507,3±20,2 | 1,8 | 12,41±0,19 | 2,1 | 99,1±2,7 | 3,5 |
| Vela x Сарга | 8,01±0,06 | 1,0 | 1564,9±53,0 | 4,5 | 11,50±0,49 | 5,6 | 92,0±6,7 | 9,6 |
| Находка | 7,39±0,30 | 5,7 | 1701,3±102,4 | 8,2 | 9,63±1,09 | 16,0 | 77,1±11,1 | 19,4 |
| Вега 87 | 7,34±0,42 | 7,5 | 1715,9±140,9 | 10,7 | 9,50±1,62 | 22,2 | 76,3±15,4 | 26,4 |
| Краснояржская 1 | 9,33±1,07 | 15,1 | 1367,4±180,3 | 17,8 | 15,46±3,57 | 30,6 | 124,5±32,7 | 34,8 |
| Краснояржская 2 | 8,29±2,01 | 36,2 | 1679,6±517,0 | 42,3 | 12,34±6,38 | 77,1 | 100,6±54,7 | 79,8 |
| Дакота | 8,10±2,11 | 38,6 | 1742,8±567,0 | 44,7 | 11,77±6,67 | 83,9 | 96,1±56,9 | 86,4 |
| Верко | 7,94±2,30 | 43,2 | 1839,7±688,3 | 50,8 | 11,29±7,25 | 95,6 | 92,5±61,5 | 97,5 |
| Плато | 7,86±2,06 | 38,9 | 1803,9±610,3 | 46,0 | 11,06±6,48 | 87,4 | 90,4±54,6 | 89,6 |
| Люзелль | 7,39±1,93 | 39,0 | 1919,2±639,3 | 45,5 | 9,62±6,14 | 95,0 | 78,8±52,1 | 97,0 |
| Галакси | 7,12±1,67 | 34,1 | 1926,6±528,6 | 38,6 | 8,82±5,37 | 88,3 | 72,1±45,7 | 90,7 |
| Артемид | 8,82±1,36 | 22,6 | 1480,5±272,2 | 26,6 | 13,91±4,45 | 46,6 | 112,5±39,4 | 50,3 |
| Павловская 7 | 7,78±0,28 | 4,8 | 1612,3±30,7 | 2,5 | 10,80±0,50 | 6,9 | 86,1±3,6 | 5,4 |

Таблица 7.2 – Экономическая эффективность возделывания различных сортов и селекционных образцов люцерны изменчивой на семена, Белгородский район, Белгородская обл., семена получены со второго укоса (2020-2022 гг.)

| Сорта и селекционные образцы | Средняя урожайность семян, кг/ га | | Себестоимость, руб./ кг | | Прибыль, руб./ га | | Рентабельность, % | |
|------------------------------|-----------------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------|--------|-------------------|---------|
| | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % |
| Белгородская-86 (st) | 59,20±21,93 | 52,3 | 262,99±121,94 | 63,4 | 7,13±7,56 | 150,8 | 22,5±15,2 | 203,62 |
| Сарга | 84,23±4,64 | 7,9 | 147,46±18,23 | 18,4 | 15,71±1,65 | 14,6 | 55,9±3,4 | 10,98 |
| Виктория | 80,40±10,47 | 17,2 | 157,57±28,74 | 25,8 | 14,38±3,58 | 32,9 | 53,0±6,8 | 19,26 |
| 193-95 д | 81,50±8,87 | 16,0 | 155,28±28,45 | 26,4 | 14,74±3,07 | 30,2 | 53,7±4,9 | 18,90 |
| 20-89 Н | 78,73±8,84 | 14,9 | 159,99±26,95 | 24,0 | 13,84±3,07 | 29,4 | 52,3±6,2 | 18,15 |
| Vela x Сарга | 76,27±6,69 | 11,9 | 164,09±24,42 | 21,8 | 13,04±2,39 | 24,7 | 51,0±5,2 | 16,79 |
| Находка | 62,37±16,56 | 37,1 | 221,64±71,24 | 45,9 | 8,27±5,76 | 97,7 | 34,3±12,1 | 79,42 |
| Вега 87 | 61,00±18,60 | 40,3 | 227,47±69,15 | 43,5 | 7,82±6,42 | 109,0 | 32,5±16,7 | 82,35 |
| Краснояржская 1 | 65,40±18,80 | 39,9 | 214,77±72,69 | 48,3 | 9,25±6,47 | 97,5 | 36,4±12,4 | 76,76 |
| Краснояржская 2 | 41,67±17,49 | 56,1 | 371,34±146,64 | 57,9 | 1,38±6,23 | 610,4 | -9,6±29,3 | -614,66 |
| Дакота | 39,17±19,42 | 66,7 | 439,96±218,93 | 69,7 | 0,52±6,89 | 1817,8 | -29,434,0± | -289,64 |
| Верко | 32,43±15,18 | 63,8 | 524,45±267,15 | 70,3 | -1,68±5,56 | 456,4 | -54,2±36,9 | -188,61 |
| Плато | 24,93±15,18 | 81,4 | 820,77±494,97 | 82,8 | -4,17±5,62 | 182,6 | -140,4±65,3 | -135,40 |
| Люзелль | 28,47±16,22 | 78,1 | 737,41±493,90 | 89,6 | -3,02±5,94 | 273,0 | -115,6±47,1 | -160,20 |
| Галакси | 22,57±16,09 | 93,3 | 965,33±504,12 | 77,0 | -4,96±5,93 | 158,1 | -183,3±105,5 | -114,07 |
| Артемиды | 57,93±24,51 | 57,3 | 273,00±119,22 | 61,9 | 6,70±8,40 | 170,8 | 19,5±19,9 | 238,58 |
| Павловская 7 | 53,10±3,60 | 9,1 | 234,35±30,87 | 19,1 | 11,83±1,16 | 12,7 | 49,0±4,0 | 11,39 |

Таким образом, возделываемые сорта и селекционные образцы по экономической эффективности в условиях ЦЧР можно разделить на несколько групп.

Первая группа включает в себя сорта и селекционные образцы с высокой стабильной семенной продуктивностью и урожайностью сенажной массы на уровне средней по опыту – на уровне стандарта. Урожайность зеленой массы и сенажа стабильна по годам. Это сорта и селекционные образцы уральской селекции: Сарга, Виктория, 193-95 д, 20-89 Н, Vela x Сарга. В эту же группу можно отнести желтую люцерну сорта Павловская 7.

Вторая группа включает в себя сорта селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» (Вега 87 и Находка), сорта белгородской селекции (Белгородская 86, Краснояружская 1), а также сорт Артемида. Сорта второй группы характеризовались высокой кормовой продуктивностью и средней урожайностью семян.

Третья группа – это сорта люцерны посевной и изменчивой селекции Канады (Дакота), Германии (Верко и Плато), Франции (Галакси и Люзелль), а так же сорт белгородской селекции Краснояружская 2. Сорта этой группы характеризуются низкой семенной продуктивностью в изучаемых условиях, высокой рентабельностью получения кормовой массы в первые два года использования травостоев и резким снижением в последующие годы, что может их делать высокоэффективными только при коротком сроке использования травостоев (не более 2-3 лет). Наибольшую комплексную эффективность, по соотношению урожайности сенажа и урожайности семян, в условиях Центрально-Черноземного региона, показали сорт Сарга, Виктория и селекционный номер 20-89 Н.

7.2 Экономическая эффективность возделывания сортов и селекционных образцов люцерны в условиях Среднего Урала

Средний Урал обладает рядом неблагоприятных условий для возделывания люцерны, что делает экономическую оценку сортов, острой необходи-

мостью для производства в регионе. Неправильный выбор семян различных сортов на рынках может поставить животноводство перед угрозой остаться без кормов. Результаты исследований показали, что по сравнению с Центрально-Черноземным регионом сорта и селекционные образцы по экономической эффективности основной продукции – сенажа, дифференцировались более жестко (табл. 7.3).

Из 21 изученного образца в среднем за 2017-2021 гг. стабильную эффективность получения сенажа смогли обеспечить только 7 сортов: Сарга (st) (Россия), Виктория (Россия), Таисия (Россия), Дарья (Россия), Изумруда (Россия), Гюзель (Россия), Белорусская (Беларусь).

Среди изученных сортов минимальную себестоимость получения сенажа – 1 181,2 руб./т обеспечивал сорт Изумруда, что меньше стандарта на 647,5 руб./т. Себестоимость сенажа из сортов Виктория (Россия), Таисия (Россия), Дарья (Россия), Гюзель (Россия), Белорусская (Беларусь) была ниже себестоимости стандарта – на 207,2-393 руб./т.

Высокая себестоимость сенажа отмечена нами у нескольких сортов различного происхождения: Вела (Россия) – 7 795,6±4 416,9 руб./т, Находка (Россия) – 5 235,2±2 024,5 руб./т, Verko (Германия) – 5 905,8±3 132,4 руб./т, Alfa (Нидерланды) – 4 972,5±2 081,6 руб./т, Relaks (Дания) – 5 483,1±3 303,5 руб./т, Gong Nong № 1 (Китай) – 5 205,2±1 067,0 руб./т.

Наибольшей себестоимостью получаемой продукции характеризовался сорт Гибралтар (Дания) – 10 541,5±5291,0 руб./т, что в 5,76 раз выше, чем у стандарта – сорта Сарга. Рентабельность сортов колебалась от – 61,9 % (убыток) до 125 %.

Высокой рентабельностью характеризовался сорт Виктория, а наименьшей – сорт Гибралтар. Расчет экономической эффективности возделывания люцерны на семена в условиях Среднего Урала выявил факт небольшого количества сортов, обладающих возможностью стабильно рентабельного производства семян в этих условиях (табл. 7.4).

Таблица 7.3 – Экономическая эффективность возделывания различных сортов люцерны изменчивой на сенаж (55 % влажности) при двуукосном использовании травостоев, г. Екатеринбург (2017-2021 гг.)

| Сорта | Средняя урожайность сенажа, т/ га | | Себестоимость, руб./ кг | | Прибыль, руб./ га | | Рентабельность, % | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % |
| Сарга, Россия (st) | 4,65±1,89 | 50,4 | 1829,7±646,7 | 47,1 | 6,96±5,68 | 101,1 | 99,4±81,2 | 101,1 |
| Виктория, Россия | 5,26±1,19 | 31,5 | 1436,7±323,9 | 30,2 | 8,77±3,58 | 56,6 | 125,3±51,2 | 56,6 |
| Уралочка, Россия | 3,04±0,93 | 43,8 | 2564,3±559,7 | 30,2 | 2,13±2,80 | 187,6 | 30,5±40,0 | 187,6 |
| Вела, Россия | 1,44±0,88 | 73,0 | 7795,6±4416,9 | 69,7 | -2,69±2,64 | -116,6 | -38,5±37,7 | -116,6 |
| Таисия, Россия | 4,67±1,24 | 32,8 | 1622,5±385,0 | 29,2 | 7,00±3,72 | 65,6 | 100,0±53,1 | 65,6 |
| Находка, Россия | 1,66±0,72 | 53,1 | 5235,2±2024,5 | 48,6 | -2,01±2,16 | -132,2 | -28,7±30,9 | -132,2 |
| Дарья, Россия | 6,03±2,18 | 50,5 | 1535,5±721,0 | 67,9 | 11,08±6,55 | 82,3 | 158,3±93,6 | 82,3 |
| Изумруда, Россия | 6,31±1,44 | 32,4 | 1181,2±191,7 | 24,0 | 11,94±4,31 | 51,4 | 170,6±61,5 | 51,4 |
| Милена, Россия | 2,90±2,03 | 97,5 | 4122,3±2050,3 | 58,8 | 1,71±6,10 | 495,4 | 24,5±87,2 | 495,4 |
| Гюзель, Россия | 5,45±1,46 | 39,3 | 1428,4±371,6 | 33,3 | 9,34±4,37 | 68,7 | 133,4±62,5 | 68,7 |
| Тулунская гибридная, Россия | 3,90±1,74 | 59,4 | 2343,3±1023,6 | 53,7 | 4,71±5,23 | 147,8 | 67,3±74,8 | 147,8 |
| Белорусская, Беларусь | 5,25±1,65 | 38,8 | 1547,5±568,1 | 45,8 | 8,74±4,94 | 69,8 | 124,8±70,6 | 69,8 |
| Verko, Германия | 2,02±1,39 | 85,9 | 5905,8±3132,4 | 65,7 | -0,954,18 | -549,8 | -13,5±59,7 | -549,8 |
| Alfa, Нидерланды | 1,92±1,01 | 68,6 | 4972,5±2081,6 | 52,1 | -1,24±3,04 | -317,8 | -17,8±43,4 | -317,8 |
| Artemis, Нидерланды | 3,28±2,14 | 93,5 | 3370,3±1435,5 | 56,0 | 2,83±6,43 | 324,6 | 40,4±91,8 | 324,6 |
| Гибралтар, Дания | 0,89±0,34 | 48,3 | 10541,5±5291,0 | 72,4 | -4,33±1,01 | -29,7 | -61,9±14,4 | -29,7 |
| Super Nova, Дания | 2,50±1,00 | 48,4 | 3394,9±1306,4 | 46,9 | 0,51±3,00 | 719,6 | 7,2±42,8 | 719,6 |
| Fortuna, Дания | 1,70±0,54 | 40,4 | 4817,9±1777,6 | 47,4 | -1,89±1,61 | -108,8 | -27,1±23,0 | -108,8 |
| Relaks, Дания | 1,98±0,91 | 61,8 | 5483,1±3303,5 | 84,1 | -1,05±2,73 | -350,8 | -15,0±39,1 | -350,8 |
| Saskiya, Дания | 2,50±1,19 | 68,2 | 3560,2±1157,2 | 40,9 | 0,51±3,58 | 1014,0 | 7,2±51,2 | 1014,0 |
| Gong Nong № 1, Китай | 1,44±0,31 | 31,3 | 5205,2±1067,0 | 27,7 | -2,68±0,93 | -50,6 | -38,2±13,3 | -50,6 |

Таблица 7.4 – Экономическая эффективность возделывания различных сортов люцерны изменчивой на семена, г. Екатеринбург, семена получены с первого укоса (2016-2022 гг.)

| Сорта | Средняя урожайность семян, кг/ га | | Себестоимость, руб./ кг | | Прибыль, руб./ га | | Рентабельность, % | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------|---------|-------------------|---------|
| | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % | M±m | Cv, % |
| Сарга, Россия (st) | 76,6±17,0 | 25,1 | 163,2±43,6 | 34,7 | 11,4±5,0 | 57,8 | 97,0±44,0 | 55,8 |
| Виктория, Россия | 113,4±27,5 | 38,8 | 109,1±26,8 | 30,2 | 22,6±9,5 | 50,1 | 187,5±64,0 | 43,9 |
| Уралочка, Россия | 86,4±20,5 | 34,7 | 156,1±55,2 | 53,1 | 12,5±9,1 | 88,9 | 99,5±74,4 | 89,2 |
| Вела, Россия | 28,8±11,5 | 55,3 | 558,4±289,2 | 69,2 | -3,8±4,1 | -135,1 | -34,7±36,7 | -132,8 |
| Таисия, Россия | 37,8±15,5 | 105,5 | 399,5±181,7 | 55,7 | 0,6±4,0 | 1022,3 | 3,5±33,8 | 1488,7 |
| Находка, Россия | 67,8±25,6 | 41,5 | 261,3±167,4 | 95,5 | 6,1±9,4 | 190,1 | 44,2±77,9 | 219,8 |
| Дарья, Россия | 27,3±10,3 | 86,7 | 531,5±187,1 | 47,6 | -3,0±3,0 | -154,9 | -26,7±25,8 | -150,9 |
| Изумруда, Россия | 38,4±22,8 | 168,0 | 472,3±246,0 | 58,6 | 0,0±6,5 | 25018,2 | -3,7±57,5 | -2178,8 |
| Милена, Россия | 35,5±9,7 | 28,2 | 388,5±150,5 | 58,1 | -1,4±2,5 | -245,6 | -12,4±21,3 | -236,0 |
| Гюзель, Россия | 48,2±25,0 | 59,2 | 381,1±210,2 | 85,1 | 2,1±7,8 | 482,4 | 12,4±62,3 | 633,6 |
| Тулунская гибридная, Россия | 35,5±16,6 | 99,2 | 421,9±169,3 | 51,4 | -0,5±4,7 | -1157,0 | -7,1±39,3 | -695,9 |
| Белорусская, Беларусь | 31,7±16,8 | 121,8 | 517,9±238,5 | 53,5 | -2,1±4,9 | -315,4 | -21,6±43,5 | -276,0 |
| Verko, Германия | 22,7±11,1 | 51,7 | 967,4±752,8 | 116,0 | -5,8±3,3 | -72,5 | -52,2±30,8 | -76,5 |
| Alfa, Нидерланды | 36,8±18,1 | 57,9 | 616,6±488,9 | 118,1 | -2,1±5,9 | -371,3 | -21,7±51,7 | -317,3 |
| Artemis, Нидерланды | 37,3±16,9 | 78,9 | 419,7±178,8 | 58,1 | -0,6±4,9 | -1230,6 | -7,8±43,8 | -764,7 |
| Гибралтар, Дания | 21,6±9,9 | 31,5 | 695,7±274,2 | 52,0 | -6,5±1,6 | -37,5 | -56,4±16,5 | -40,7 |
| Super Nova, Дания | 25,9±10,9 | 51,9 | 582,2±249,6 | 55,8 | -4,5±3,3 | -90,6 | -41,3±30,6 | -92,9 |
| Fortuna, Дания | 29,8±9,3 | 44,1 | 444,2±121,9 | 36,7 | -3,1±2,8 | -118,9 | -29,0±26,4 | -118,3 |
| Relaks, Дания | 31,6±14,2 | 43,8 | 679,0±531,2 | 116,2 | -3,8±4,0 | -151,8 | -35,6±37,3 | -149,3 |
| Saskiya, Дания | 27,1±16,4 | 90,2 | 649,7±305,2 | 58,7 | -4,0±5,1 | -159,8 | -36,5±45,0 | -152,4 |
| Gong Nong № 1, Китай | 26,0±15,0 | 55,4 | 913,7±713,5 | 104,3 | -5,0±4,3 | -107,5 | -46,6±39,6 | -107,9 |

К ним можно отнести только три сорта: Сарга, Виктория, Уралочка с уровнем рентабельности в среднем за 2016-2021 гг., соответственно $97,0 \pm 44,0$ % у сорта Сарга, $187,5 \pm 64,0$ % у сорта Виктория и $99,5 \pm 74,4$ % у сорта Уралочка.

К условно рентабельным по семенной продуктивности сортам, обеспечивающим в среднем за 4 года рентабельное производство, но в отдельные годы показывающим убыток, можно отнести сорта отечественной селекции: Таисия, Находка и Гюзель, с уровнем рентабельности производства семян в среднем за 4 года, соответственно, у сорта Таисия – $3,5 \pm 33,8$ %, у сорта Находка – $44,2 \pm 77,9$ % и у сорта Гюзель – $12,4 \pm 62,3$ %. Семеноводство всех прочих сортов убыточно.

Себестоимость производства семян рентабельных сортов в условиях Среднего Урала составляет $109,1 \pm 26,8 \dots 163,2 \pm 43,6$ руб./кг, условно рентабельных – $261,3 \pm 167,4 \dots 399,5 \pm 181,7$ руб./кг. Себестоимость семян нерентабельных сортов в среднем за 4 года составляла от $419,7 \pm 178,8$ руб./кг (сорт Artemis, Нидерланды) до $967,4 \pm 752,8$ руб./кг (сорт Верко, Германия).

Таким образом, доказано, что сорта уральской селекции, Сарга, Уралочка и Виктория, обладают наибольшей комплексной эффективностью, как в условиях Среднего Урала, так и Центрально-Черноземного региона

Сорта Сарга, Виктория, а так же селекционные образцы 193-95 д, 20-89 Н, Vela x Сарга в условиях Центрально-Черноземного региона показывают высокую эффективность – на уровне выше стандарта по семенной продуктивности, а также превосходят стандарт по урожайности сенажа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе изучения селекционной и хозяйственной ценности мировых генетических ресурсов люцерны с оценкой генетической коллекции, состоящей из более 570 сортов и популяций различного географического происхождения, выявлено 49 потенциальных источников высокой семенной, высокой кормовой продуктивности и зимостойкости для почвенно-климатических условий Среднего Урала.

Наименьшей зимостойкостью обладают образцы генетической коллекции Североамериканского и Западноевропейского происхождения (США, Канада, Франция, Португалия, Дания, Швеция). Средняя ежегодная гибель растений составляла 10,0-10,7 %, а сохранность растений на четвертый год жизни – в среднем 72,1-75,5 %. Не установлено достоверной разницы по зимостойкости между образцами, происходящими из различных регионов России, Украины, Венгрии, Китая, Индии и Ирака. Наибольшей зимостойкостью (93-95 %) обладают образцы Уральского происхождения.

2. Семенная продуктивность образцов люцерны не имеет прямой связи с их географическим происхождением. В составе генетических коллекций из различных географических зон выделены сорта, популяции и селекционные формы, обладающие выдающейся способностью к семяобразованию и потенциальной высокой урожайностью семян.

В экологических условиях Среднего Урала с коротким вегетационным периодом, создание сортов люцерны изменчивой с высокой семенной продуктивностью возможно при совмещении в них признаков высокой самосовместимости и автотриппинга. Наиболее высокой завязываемостью семян в бобах при свободном опылении обладают сорта: *Ellerslaie 1* (Канада), *Area* (Франция), *Sverre*, *Vertus*, *Альфа II* (Швеция), *Vela* (Дания), *WL – 504* (США), линии 118-2, 1-3 (Уральский НИИСХ). Нулевой завязываемостью семян характеризовались сорта *Resitador*, *Atva 55*, *Embros* (США), *Rimpaus* (Германия). При использовании принудительного самоопыления наибольшей завязываемостью семян обладают сорта *Йыгева 118*

(Литва), Альфа II, Vertus (Швеция), Vela (Дания) и селекционные образцы, созданные на их основе. В селекции на повышение семенной продуктивности при сохранении высокой кормовой продуктивности источниками высокой самосовместимости и способности к автотриппингу в условиях Среднего Урала являются сорта Ellerslaie 1 (Канада), Vela (Дания), Йыгева 118 (Литва), Alfa II, Alfa (Швеция).

3. Семенная продуктивность сортов, местных популяций и селекционных образцов в природных условиях Среднего Урала определяется долей самосовместимых особей и особей, обладающих высоким уровнем автотриппинга. Завязываемость семян в значительной степени определяется генотипом сорта, с силой влияния фактора $h^2_x = 68,0-87,4$.

Имеется тесная положительная связь между признаками семенной продуктивности: количеством семян в бобе с искусственным триппингом и количеством семян в бобе без триппинга ($r_s = 0,853...0,959$); между количеством семян в бобе с искусственным триппингом и количеством семян в бобе при свободном переопылении ($r_s = 0,767...0,961$); количеством семян в бобе без триппинга и количеством семян в бобе при свободном переопылении ($r_s = 0,732...0,957$).

4. Для селекционных признаков «семенная продуктивность», «урожайность СВ», характерно сохранение свойств материнских селекционных форм, обладающих самофертильностью в первом поколении (g_0), при размножении в последующих поколениях (g_1, g_2). Образцы люцерны, обладающие высокой самофертильностью и пестрой окраской соцветий, обладают стабильно-высокой семенной продуктивностью по сравнению с синецветковыми и желтоцветковыми формами. Создание самоопыленных линий с высокой самофертильностью трудоемким методом искусственного триппинга цветков, не показал своей эффективности. Для эффективного самоопыления достаточно изоляции растений, склонных к самоопылению, что упрощает получение самоопыленных линий люцерны.

5. Вегетативное размножение перспективных самоопыленных линий люцерны с высокой самофертильностью в защищенном грунте на стеллажах ускоренного выращивания растений (СУВР) с последующей пересадкой укорененных

черенков и маточных растений в открытый грунт, является эффективным способом поддержания и их дальнейшей репродукции.

На основе комбинирования полученных самоопыленных линий с высокой самосовместимостью и автотриппингом в питомниках переопыления, формируются сложногобридные популяции (СГП) люцерны. Полученные СГП обладают комплексом хозяйственно ценных признаков кормовой и семенной продуктивности.

По результатам 4 циклов конкурсного испытания созданных 47 сортов и селекционных образцов доказано, сложногобридные популяции на основе самофертильных линий в условиях Среднего Урала обладают значительно большей семенной продуктивностью по сравнению с сортами инорайонной селекции и образцами, созданными путем межсортовой гибридизации, не уступая им по кормовой продуктивности.

6. В процессе создания и изучения нового исходного материала люцерны изменчивой в селекционных питомниках установлено значительное влияние срока жизни травостоев ($h^2_{\text{год}}=28,8...68,5\%$) и случайных факторов ($h^2_{\text{случ}}=12,3...53,8\%$) на результативные признаки, связанные с кормовой и семенной продуктивностью. Семенная продуктивность люцерны в большей степени зависит от складывающихся погодных условий, чем кормовая.

В среднем за период вегетации не выявлено достоверной зависимости между урожайностью СВ и температурой воздуха ($r_s=0,036$). Установлена положительная корреляция ($r_s=0,440$, достоверна при $p<0,05$) между количеством выпадающих осадков и урожайностью СВ селекционных образцов люцерны с тенденцией более высокой урожайности СВ с увеличением ГТК. Установлена положительная связь между урожайностью семян и температурой воздуха ($r_s=0,826$, достоверна при $p<0,05$), отрицательная связь между количеством осадков и урожайностью семян ($r_s=-0,450$, корреляции достоверны при $p<0,05$), а также между величиной ГТК и урожайностью семян ($r_s=-0,442$, корреляции достоверны при $p<0,05$).

Критическим периодом для формирования урожая семян люцерны на Среднем Урале является июль, когда чрезмерно высокие температуры и большое выпадение осадков оказывают наиболее сильное отрицательное влияние на формирование семян, не компенсируемое в процессе дальнейшей вегетации. Установлены отрицательные корреляции между урожайностью семян и температурой в июле ($r_s = -0,462$, достоверна при $p < 0,05$), урожайностью семян и количеством выпадающих осадков в июле ($r_s = -0,491$, достоверна при $p < 0,05$), урожайностью семян и ГТК в июле ($r_s = -0,531$, достоверна $p < 0,05$).

Селекционными методами возможно преодоление неблагоприятного влияния погодных факторов. Доказано существенное влияние генотипа образцов как на урожайность семян ($h^2_x = 13,1 \dots 24,8$ %, достоверно при $p < 0,05$), так и урожайность СВ ($h^2_x = 15,1 \dots 21,7$ %, достоверно при $p < 0,05$), что делает возможным получение селекционного материала для создания сортов с высокой семенной и кормовой продуктивностью.

Получены образцы с максимальным проявлением хозяйственно ценных признаков и свойств: источники формирования массы семян на 1 растении (20-89 Н, 27-86, Vela×Сарга, 191-01×20-89 Н); источники высокой урожайности семян (192-92, 193-95 д, Vela×Сарга, 191-01×20-89, популяция ВС 08, популяция СГП-2).

7. При изучении созданных селекционных образцов в конкурсном сортоиспытании (КСИ) установлено, что высокой селекционной и хозяйственной ценностью обладают селекционные образцы – источники семенной продуктивности для условий Среднего Урала: 20-89 Н, 193-95д, 15-87 Н, 202-06, СГП-2, сорта Виктория и Уралочка, превосходящие стандарт (сорт Сарга) по урожайности семян на 16-24 %. По способности формировать высокий урожай СВ на 18-22 % выше стандарта (сорта Сарга) выделяются селекционные образцы 20-89 Н, 192-92, 197-06, 198-06, сорт Виктория, которые являются источниками высокой кормовой продуктивности.

8. Получен новый селекционный материал люцерны изменчивой, обладающий рядом признаков и свойств, которые можно охарактеризовать как отдельный региональный Уральский сортотип, являющиеся источником высокой семенной

продуктивности в условиях Среднего Урала. Сортотип характеризуется следующими признаками: время созревание семян – раннее-среднее; форма растения – полупрямостоячая; высота растений – от низкой до средней; по окраске цветков относится к желто-пестрогибридному сортотипу люцерны изменчивой, обладает высокой зимостойкостью, устойчивостью к поражению «ведьминой метлой» люцерны (ВМЛ).

Сортотип представлен в агропромышленном комплексе России несколькими созданными сортами:

Сорт Уралочка. Относится к люцерне изменчивой (*M. sativa* L. nothosubsp. *varia* (Martyn) Arcang.). Сорт получен методом создания сложногогибридных популяций на основе 17 самофертильных линий. Сорт разрешен к возделыванию в 2003 г. в пяти регионах Российской Федерации: Центральном (3), Волго-Вятском (4), Уральском (9), Западно-Сибирском (10), Восточно-Сибирском (11).

Сорт Виктория. Относится к люцерне изменчивой (*Medicago sativa* L. nothosubsp. *varia* (Martyn) Arcang.). Сорт получен на основе сложногогибридной популяции 20-89 Н созданной на основе многократного отбора по признаку семенной продуктивности из семнадцати самофертильных линий. Включен в Государственный реестр селекционных достижений разрешенных к использованию в Северо-Западном (2), Волго-Вятском (4), Центрально-Черноземном (5), Средневолжском (7), Уральском (9), Западно-Сибирском (10) и Восточно-Сибирском (11) регионах.

Памяти Нагибина (селекционный образец СГП-2). В 2023 г. в Государственное сортоиспытание передан новый сорт, созданный на основе созданной нами сложно-гибридной популяции СГП-2. Метод создания: сложногогибридная популяция, отобранная по морфологическим признакам окраски соцветия – пестрогибридной (с преобладанием пестрой окраски соцветий); популяция сформирована из 16 линий селекционного питомника включающих: 193-95 (м) + 20-89Н (м) + Vela x Сарга (ч) + Vela x Сарга (с) + 101-2 (м) + Артемида (ч) + Находка x Сарга (ч) + Сибирская 8 x 193-95 (ч) + Уралочка (ч) + Уралочка (с) + Уралочка (м) + Находка x 193-95 (ч) + Находка x 193-95 (с) + Vela x Находка (ч) + Популяция ВС-08 (ч) + Vela x Сарга (ч).

9. В сравнительном сортоиспытании в условиях Екатеринбурга, высокопродуктивные сорта европейского происхождения (Verko (Германия), Alfa, Artemis (Нидерланды), Гибралтар, Super Nova, Fortuna, Relaks, Saskiya (Дания)) в среднем за 2017-2021 гг. показывали урожайность СВ достоверно на 29,6-80,9 % ниже стандарта (сорт Сарга), при средней урожайности СВ в среднем за 4 года использования травостоев 0,57-2,11 кг/м². Сорта российской селекции Виктория, Таисия, Гюзель, Тулунская гибридная, а так же сорт люцерны изменчивой белорусской селекции - Белорусская, находились на уровне стандарта со средней урожайностью СВ в среднем за 4 года использования травостоев 2,52-3,39 кг/м², при урожайности СВ стандарта – 3,0 кг/м². Сорта Дарья и Изумруда с урожайностью СВ 3,89-4,07 кг/м² достоверно превосходили по урожайности стандарт, но находились на уровне сорта Виктория.

Наибольшей урожайностью семян, при четырехлетнем семенном использовании травостоев характеризуется сорт люцерны изменчивой Виктория, который превосходил стандарт (сорт Сарга) на 48,1 %. Сорта люцерны изменчивой Уралочка и Находка за аналогичный период формировали урожайность семян на уровне стандарта. Все остальные изученные нами сорта: Вела, Таисия, Дарья, Изумруда, Милена, Гюзель, Тулунская гибридная (Россия), Белорусская (Беларусь), Verko (Германия), Alfa, Artemis (Нидерланды), Гибралтар, Super Nova, Fortuna, Relaks, Saskiya (Дания), Gong Nong № 1 (Китай), уступали стандарту по урожайности семян на 23,8-71,8 %

В условиях Среднего Урала, сорта с большей урожайностью СВ потенциально обладают и лучшей семенной продуктивностью. Корреляция рангов между урожайностью СВ и урожайностью семян $r_s=0,492$, достоверна при $p<0,05$.

10. При экологическом испытании в условиях юга Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) сорта и селекционные образцы уральской селекции: Сарга, Виктория, 193-95 д, 20-89 Н, Vela × Сарга, обладали наибо-

лее стабильной урожайностью семян – в среднем за 3 года исследований на уровне 76,3...84,2 г/м².

По общему урожаю СВ за трехлетний период они не уступают отечественным и импортным сортам: Артемида, Находка, Вега 87, Краснояружская 1, Краснояружская 2, Павловская 7 (Россия), Дакота (Канада), Верко, Плато (Германия), Люзелль, Галакси (Франция), распространенным в ЦЧР, и позволяют получать в среднем за 3 года 516,8...537,9 г/м² СВ.

Минимальное проявление заболевания ВМЛ (оцененное по распространенности болезни) выявлено в посевах люцерны желтой сорта Павловская 7 (распространенность в среднем за 3 года использования 1,6 %). Среди сортов люцерны изменчивой и посевной наиболее сильно подвержены инфекции ВМЛ сорта европейской селекции – Галакси (Франция), Верко (Германия), Плато (Германия), Люзелль (Франция) – распространенность в среднем за 3 года 12,1...16,3 %.

В посевах сортов и селекционных образцов уральской селекции: Сарга, Виктория, 193-95 д, 20-89 Н, Vela × Сарга, распространенность ВМЛ составила 3,3...4,5 %.

11. Расчет потенциальной экономической эффективности возделывания различных сортов в условиях Среднего Урала показал, что при пятилетнем использовании травостоев стабильную эффективность получения сенажа обеспечивают сорта: Сарга (st) Виктория, Таисия, Дарья, Изумруда, Гюзель (Россия), Белорусская (Беларусь). Среди названных сортов минимальную себестоимость получения сенажа – 1 181,2 руб./т обеспечивал сорт Изумруда, что меньше стандарта (сорт Сарга), на 647,5 руб./т. Себестоимость сенажа из сортов Виктория, Таисия, Дарья, Гюзель (Россия), Белорусская (Беларусь) была ниже себестоимости стандарта – на 207,2-393 руб./т.

Наибольшей себестоимостью сенажа характеризовался сорт Гибралтар (Дания) – 10 541,5±5291,0 руб./т, что в 5,76 раз выше, чем у стандарта. Рентабельность сенажа из сортов колебалась от – 61,9 % (убыток) до 125 %. Наибольшей рентабельностью характеризовался сенаж из сорта Виктория, а наименьшей – из сорта Гибралтар.

Стабильно рентабельное производство семян в условиях Среднего Урала возможно при возделывании только трех сортов: Сарга, Виктория, Уралочка, с уровнем рентабельности в среднем за 2016-2021 гг., соответственно $97,0 \pm 44,0$ % у сорта Сарга, $187,5 \pm 64,0$ % у сорта Виктория и $99,5 \pm 74,4$ % у сорта Уралочка.

Возделывание на семена сортов иностранной селекции: Verko (Германия), Alfa, Artemis (Нидерланды), Гибралтар, Super Nova, Fortuna, Relaks, Saskiya (Дания), Gong Nong № 1 (Китай) с рентабельностью производства семян (убыток) – $7,8 \dots -52,2$ %, и отечественных сортов: Вела, Дарья, Изумруда, Милена, Тулунская гибридная, Белорусская с рентабельностью (убыток) $-3,7 \dots -34,7$ %, в условиях Среднего Урала экономически не эффективно. Возделывание сортов Таисия, Находка и Гюзель, отечественной селекции, не обеспечивает стабильную экономическую эффективность возделывания на семена в регионе (рентабельность в среднем за 5 лет $-3,5 \pm 33,8$ % ... $44,2 \pm 77,9$ %).

12. В условиях Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) в среднем за 3 года использования травостоев наименьшая себестоимость сенажа отмечена у сортов Краснояружская 1, Артемида, Сарга, Виктория и селекционных образцов 193-95 д, 20-89 Н, Vela x Сарга – в пределах $1\ 367,4 \pm 180,3 \dots 1\ 564,9 \pm 53,0$ руб./ т.

Наименьшая рентабельность сенажа отмечена у сортов Люзелль и Галакси ($72,1 \dots 78,8$ %) с варьированием по годам $C_v = 90,7 \dots 97,0$ %, а так же у сортов Вега 87 и Находка российской селекции ($76,3 \dots 77,1$ %) с варьированием по годам $C_v = 19,4 \dots 26,4$ %. Сорта и селекционные образцы уральской селекции показывали рентабельность производства в пределах $95,0 \dots 99,6$ % с минимальным варьированием по годам ($C_v = 1,1 \dots 9,6$ %).

В условиях юга ЦЧР в среднем за 3 года использования травостоев сорта селекции Франции, Германии характеризуются минимальной семенной продуктивностью, обеспечивали наибольшую себестоимость семян: Верко – $524,45 \pm 267,15$ руб./ кг, Плато – $820,77 \pm 494,97$ руб./кг, Люзелль – $737,41 \pm 493,90$ руб./кг, Галакси – $965,33 \pm 504,12$ руб./кг, с себестоимостью семян в 2,0-3,7 раза выше, чем у стандартного сорта Белгородская 86. В результате производство семян этих сортов в

условиях региона было убыточно (рентабельность (убыток) от $-29,4 \pm 34,0$ % у сорта Дакота, до $-83,3 \pm 105,5$ % у сорта Галакси).

Сорта и созданные селекционные образцы уральской селекции обладали максимальной эффективностью семеноводства в условиях ЦЧР, как потенциального региона для промышленного семеноводства люцерны. Уровень рентабельности производства семян в среднем за 3 года использования травостоев – от $51,0 \pm 5,2$ % у селекционного образца Vela×Сарга, до $55,9 \pm 3,4$ % у сорта Сарга и себестоимость семян $147,50 \pm 18,23$ руб./кг у сорта Сарга и $164,09 \pm 24,42$ руб./кг у селекционного образца Vela×Сарга.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Перспективные сорта и созданные селекционные образцы, которые необходимо использовать в селекционной практике научных учреждений Урала и других регионов с коротким вегетационным периодом в качестве источников признаков:

- зимостойкости – 118-2, СГП-2, Сарга, Виктория, Уралочка (Россия, Уральский НИИСХ);

- высокого автотриппинга – Ellerslaie 1 (Канада), Vela (Дания), Йыгева 118 (Литва), Alfa II (Швеция), Alfa (Швеция), 20-89 Н, 202-06, Сарга, Виктория, Уралочка (Россия, Уральский НИИСХ);

- высокой кормовой продуктивности – 20-89 Н, 192-92, 197-06, 198-06, сорт Виктория (Россия, Уральский НИИСХ);

- высокой семенной продуктивности – 20-89 Н, 193-95д, 15-87 Н, 202-06, СГП-2, Vela×Сарга, сорта Сарга, Виктория, Уралочка (Россия, Уральский НИИСХ);

2. В селекционном процессе на семенную продуктивность можно исключать прием самоопыления искусственным триппингом цветков, как не доказавший своего преимущества. Для эффективного самоопыления достаточно изоляции

растений сортов, склонных к самоопылению. Это позволяет в дальнейшем упростить и удешевить получение самоопыленных линий люцерны в процессе селекции.

3. Для возделывания, производственного сортоиспытания и внедрения в хозяйствах различных регионов предлагается широко использовать сорта люцерны изменчивой, обладающие высокой семенной и кормовой продуктивностью, включенные в Госреестр селекционных достижений, разрешенных к возделыванию: сорт Сарга – в Северном (1), Северо-Западном (2), Центральном (3), Волго-Вятском (4), Средневолжском (7), Уральском (9), Западно-Сибирском (10), Восточно-Сибирском (11); сорт Уралочка – в Центральном (3), Волго-Вятском (4), Уральском (9), Западно-Сибирском (10), Восточно-Сибирском (11); сорт Виктория – в Северо-Западном (2), Волго-Вятском (4), Центрально-Черноземном (5), Средневолжском (7), Уральском (9), Западно-Сибирском (10), Восточно-Сибирском (11) регионам Российской Федерации.

4. Для повышения семенной и кормовой продуктивности люцерны изменчивой и ее устойчивости к «ведьминой метле» люцерны (ВМЛ) в зонах ее распространения в селекционной работе необходимо использовать уральские сорта Сарга, Виктория и селекционные образцы 193-95 д, 20-89 Н, Vela x Сарга и желтую люцерну сорт Павловская 7 (Россия, ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ЕГ, % – средняя ежегодная гибель растений;

ЗС, % - зимостойкость, определяемая как % сохранности растений на четвертый год жизни от их исходного количества;

К – содержание калия в СВ;

КЕ – содержание кормовых единиц в СВ;

КЕ – содержание кормовых единиц;

М – среднее значение

НСР₀₅ – наименьшая существенная разница, т.е. минимальная разность между средним урожаем, которая в опыте признается существенной по сравнению с 5%-ным уровнем значимости;

ОБЛ – облиственность;

ОП – содержание общего протеина в СВ;

ПП – содержание переваримого протеина в СВ, %;

Р – содержание фосфора в СВ;

РУ – репродуктивное усилие – комплексный показатель, характеризующий долю энергии, затрачиваемую растением на репродуктивную сферу, то есть производство семян.

Са – содержание кальция в СВ;

СВ – сухое вещество;

СГП – сложногибридная популяция;

СП – содержание протеина, %;

СУВР – стеллаж ускоренной вегетации растений;

УС – урожай семян, г/10 м²;

УСВ – урожай сухого вещества;

ЦЧР – Центрально-Черноземный регион

Сv, % – коэффициент вариации;

D – сумма квадратов отклонений (девианта);

F_{0.05} – табличное значение F-критерия Фишера при уровне значимости оценки 5 %.

F_f – фактическое значение F-критерия Фишера;

h^2_x – сила влияния на результативный признак;

m – ошибка средней;

M_o – мода (наиболее часто встречающееся значение);

$n-1$ – число степеней свободы;

R^2 – достоверность аппроксимации;

r_s – коэффициент корреляции Спирмена;

s^2 – дисперсия;

M – средняя величина,

Сортотип – «родственные сорта растений, имеющие сходные хозяйственные и биологические признаки, для удобства изучения и инвентаризации объединяют в группы – сортотипы» [БСЭ, Т. 24. кн. I, 1976, С. 577].

Самосовместимость – % особей модельной популяции селекционного образца способных завязывать семена при индуцированном самоопылении.

Завязываемость семян в бобе – количество жизнеспособных семян, сформированных в бобе при различных способах опыления.

Продуктивное долголетие – термин, характеризующий урожайность семян люцерны на 5-7 год жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абасов, М.Ш. Влияние способов и норм посева на семенную продуктивность люцерны / М.Ш. Абасов, М.Ш. Гаплаев, Ш.М. Абасов, З.Б. Магамадгаиева // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2020. – № 3(45). – С. 29–32.
2. Абасов, М.Ш. Продуктивность семенной люцерны в лесостепной зоне Чеченской Республики в зависимости от нормы высева / М.Ш. Абасов, М.Ш. Гаплаев, Ш.М. Абасов и др. // Кормопроизводство. – 2023. – № 10. – С. 31–34.
3. Абасов, М. Ш. Семеноводство люцерны в условиях лесостепной зоны Чеченской республики / М.Ш. Абасов, М.Ш. Гаплаев, Ш.М. Абасов, Р.Х. Бекбулатов // Научно-агрономический журнал. – 2024. – № 2(125). – С. 45–51.
4. Абасов, Ш.М. Эффективность весеннего подкашивания люцерны при выращивании ее на семенные цели в условиях Чеченской Республики / Ш.М. Абасов, М.Ш. Гаплаев, Р.Х. Бекбулатов и др. // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2022. – № 4 (54). – С. 26–31.
5. Абдушаева, Я.М. Дикорастущие популяции – исходный материал в селекции многолетних бобовых трав / Я.М. Абдушаева, Н.И. Дзюбенко // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 9. – С. 37–38.
6. Абрамова, И.Н. Влияние фотосинтеза на условия адаптации растений люцерны посевной в условиях Иркутской области / И.Н. Абрамова // Общество и цивил. в XXI веке: тенд. и перспект. разв. – 2014. – С. 156–159.
7. Агротехника возделывания сортов люцерны селекции ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса на семенные и кормовые цели. (Рекомендации) – М.: ФГУ РЦСК, 2008. – 39 с.
8. Амантурдиев, Ш.Б. Значение коллекционных образцов в селекции люцерны / Ш.Б. Амантурдиев, Р.Т. Сидик-Ходжаев, А.Г. Сабилов, Д.Ш. Болкибова // Актуальные проблемы современной науки. – 2023. – № 6(135). – С. 74–77.
9. Атласова, Л.Г. Жизненность и изменчивость морфологических признаков люцерны серповидной (*Medicago falcata* L.) и люцерны изменчивой (*Medi-*

cago×*varial*.) в условиях долины средней Лены / Л.Г. Атласова // Вестник Красноярского ГАУ. – 2018. – № 5 (140). – С. 16–22.

10. Атласова, Л.Г. Азотфиксация, фотосинтез и продуктивность люцерны в условиях долины средней Лены / Л.Г. Атласова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2019. – № 2. – С. 77–80.

11. Атласова, Л.Г. Сравнительная оценка исходного материала люцерны для селекции в условиях мерзлотных таежно-палевых почв среднетаежной подзоны Якутии / Л.Г. Атласова // Труды Кубанского ГАУ. – 2023. – № 106. – С. 189–196.

12. Ахметзянова, Р.Р. Прием повышения семенной продуктивности, полевых качеств и урожайных свойств пестрогибридной люцерны / Р.Р. Ахметзянова, Х.З. Каримов // Вестник Омского ГАУ. – 2017. – № 1 (25). – С. 5–10.

13. Безбородов, П.Н. О заболеваниях сычуга крупного рогатого скота, не связанных с проведением хирургической репозиции при лечении / П.Н. Безбородов // Вестник ОрелГАУ. – 2011. – № 6. – С. 82–82.

14. Бекузарова, С.А. Методы селекции кормовых культур / С.А. Бекузарова, З.Б. Бораева, В.И. Гасиев, Г.В. Луценко // Владикавказ: ГорГАУ, 2015. – 43 с.

15. Бобер, А.Ф. К вопросу о генетической природе самосовместимости люцерны / А.Ф. Бобер, Н.В. Башкирова // Сб. научн. тр. по прикл. бот., генетике и селекции ВИР. – 1986. – С. 11–15.

16. Богомолов, А.А. Урожайность и качество семян люцерны при обработке посевов регуляторами роста и микроудобрениями в Северном Зауралье / А.А. Богомолов // Вестник аграрной науки. – 2010. – С. 53–55.

17. Богоутдинов, Д.З. Ведьмина метла люцерны (фитоплазмоз): этиология болезни, состояние изученности / Д.З. Богоутдинов // Вестник защиты растений. – 2013. – № 3. – С. 26–33.

18. Богоутдинов, Д.З. Фитоплазменные болезни: исторический обзор к 50-летию открытия фитоплазмозов/ Д.З. Богоутдинов, Т.Б. Кастальева, Н.В. Гирсова, Л.Н. Самсонова // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 1. – С. 3–18.

19. Болховитина, Т.Н. Ускоренное развитие твердосемянных растений люцерны / Т.Н. Болховитина, И.К. Ткаченко // Кормопроизводство. – 2000. – № 8. – С. 25–26.
20. Большая советская энциклопедия (в 30 томах). Гл. ред. А.М. Прохоров. Изд. 3-е. – Москва: Изд-во «Советская энциклопедия», 1976. – Т. 24. кн. I. Собаки-Струна. 1976. – С. 577.
21. Боме, Н.А. Оценка комбинационной способности селекционного материала люцерны методом поликросса / Н.А. Боме, Т.Л. Петунина // Селекция и семеноводство. – 1987. – № 3. – С. 12–14.
22. Бурмистров, А.Н. Медоносные растения и их пыльца / А.Н. Бурмистров, В.А. Никитина // М.: Росагропромиздат.– 1990. – 192 с.
23. Вавилов, Н.И. Мировые ресурсы засухоустойчивых сортов / Н.И. Вавилов – Докл. на Всесоюзн.конф. по борьбе с засухой. – М., 1931. – Бюлл. № 2. – С. 26–31.
24. Вавилов, Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости / Н.И. Вавилов. – М.–Л.: Сельхозгиз. – 1938. – 21 с.
25. Вавилов, Н.И. Иммуитет растений к инфекционным заболеваниям / Н.И. Вавилов, Л.Н. Андреев // АН СССР. Секция хим.-технол. и биол. наук. М.: Наука, 1986. –519 с.
26. Вавилов, Н.И. Теоретические основы селекции / Н.И. Вавилов – М.: Наука, 1987. – 510 с.
27. Вавилов, П.П. Многолетние бобовые травы / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др. // Растениеводство. – М.: Агропромиздат. – 1986. – С. 314–327.
28. Верещагина, В.А. Эмбриология однолетних видов рода люцерна (*Medicago*L., *Fabaceae*). / В.А. Верещагина, Л.В. Новоселова // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 3 (95). – С. 8–10.
29. Володина, И.А. Оценка перспективных популяций люцерны изменчивой (*Medicagovariamar.*) / И.А. Володина, И.С. Абраменко // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 7(160). – С. 56–62.

30. Володина, И.А. Изучение комбинационной способности сортопопуляций люцерны изменчивой (*Medicago varia* L.) для успешной селекции в условиях Среднего Поволжья / И.А. Володина, Л.К. Марунова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3(55). – С. 86–95.
31. Волошин, М.И. Исследование медоносной пчелы (*Apis mellifica*) в качестве опылителя люцерны / М.И. Волошин, Т.А. Волошина // Научные труды Краснодарского НИИСХ. – 1977. – Вып. 14. – С. 202–204.
32. Волинец, А.П. Физиология плодообразования люцерны / А.П. Волинец, Р.А. Прохорчик, Л.А. Пшеничная и др. // Мн.: Наука и техника. – 1989. – . 208 с.
33. Гаева, Д.В. Опыление как экосистемная услуга в аграрном природопользовании / Д.В. Гаева // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. – 2015. – № 1. – С. 19–34.
34. Гайнуллина, К.П. Оценка генетического разнообразия популяций *Medicago varia* Mart. отобранных для селекции в условиях Республики Башкортостан методом SSR-анализа / К.П. Гайнуллина, А.А. Низаева, Б.Р. Кулуев // Биомика. – 2023. – Т. 15, № 3. – С. 159–166.
35. Гафуров, Ф.Г. Почвы Свердловской области. / Ф.Г. Гафуров // Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та. – 2008. – 396 с.
36. Гельцер, Ф.Ю. Симбиоз с микроорганизмами – основа жизни растений / Ф.Ю. Гельцер // М.: Изд-во МСХА. – 1990. – 134 с.
37. Головин, В.П. Экологические принципы селекционно-генетического улучшения растений / В.П. Головин // Сб. международ. научно-практ. конф. «Нетрадиционное растениеводство». – Симферополь. – 2000. – С. 5–36.
38. Головин, В.П. Методы гибридных популяций в селекции кукурузы, гречихи и люцерны / В.П. Головин, И.К. Ткаченко, З.И. Щелокова, Е.Ф. Носков // III съезд ВОГиС. – Л., 1977. – Ч. I. – 123 с.
39. Головин, В.П. Изучение хемомутантов многолетних трав / В.П. Головин, И.К. Ткаченко // Химический мутагенез в селекции. – Москва. – 1988. – С. 143–144.

40. Гончаров, П.Л. Биология цветения и плодообразования люцерны в подтаежной зоне Иркутской области / П.Л. Гончаров // Рост и развитие растений. Матер. I конф. физиологов и биохимиков растений Сибири. – Иркутск, 1960. – С. 27–32.
41. Гончаров, П.Л. Создание и оценка исходного материала при селекции люцерны в Сибири / П.Л. Гончаров, А.В. Гончарова // IV съезд ВОГиС. – Кишинев: Штиинца, 1982. – Ч. 2. – 121 с.
42. Гончаров, П.Л. Биологические аспекты возделывания люцерны / П.Л. Гончаров, П.А. Лубенец. – Новосибирск: Наука. – 1985. – 250 с.
43. Григорьев, Н.Г. Определение обменной энергии кормов / Н.Г. Григорьев // Кормопроизводство. – 1992. – № 1. – С. 6–9.
44. Григорян, Б.Е. Комбинированное действие физико-химических мутагенов на рост и развитие люцерны / Б.Е. Григорян // Тр. Ин-та генет. и селекции АН АзССР. – 1976. – № 8. – С. 114–116.
45. Груза, Г.В. Колебания и изменения климата на территории России / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова // Известия РАН ФАО. – 2003. – Т. 39, № 2 – С. 166–185.
46. Гужев, Ю.Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю.Л. Гужев, А. Фукс, П. Валичек – М.: Мир, 2003. – 536 с.
47. Гулянов, Ю.А. Приёмы технологии, продуктивность вегетативной массы, питательная и кормовая ценность многолетних бобовых и злаковых трав на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Ю.А. Гулянов, Г.Ф. Ярцев, И.В. Сатункин, Р.К. Байкасанов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – С. 38–41.
48. Гусейнова, З.А. Сравнительный анализ проявлений репродуктивных стратегий растений (на примере родовых комплексов *Medicago L.* и *Helianthemum Mill.*): автореф. дисс. ... канд. биол. наук / З.А. Гусейнова. – Ставрополь, 2011. – 22 с.
49. Данилова, Н.С. Дикие родичи культурных растений Якутии / Н.С. Данилова, Т.С. Коробкова, В.В. Семенова – Новосибирск: Наука. – 2013. – 32 с.

50. Дарханова, В.Г. Изучение генетического разнообразия люцерны методом *in vitro* / В.Г. Дарханова, Н.С. Строева // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 7 – С. 51–52.

51. Девяткин, А.М. Влияние фенофаз и подкосов люцерны на видовой состав и численность диких одиночных пчел-опылителей семенной люцерны в Краснодарском крае / А.М. Девяткин, А.И. Белый // Труды Кубанского гос. аграрного университета. – 2012. – № 2 (35). – С. 132–134.

52. Дегтярева, Г.В. Анализ соответствия молекулярных и морфологических данных при анализе филогении на примере семейств бобовые (*Leguminosae*) и зонтичные (*Umbelliferae*): дисс. ... канд. биол. наук. / Г.В. Дегтярева – Москва, 2007. – 212 с.

53. Дегунова, Н.Б. Урожайность зеленой массы люцерны изменчивой в зависимости от инокуляции семян биопрепаратами / Н.Б. Дегунова, Ю.Б. Данилова // Аграрная Россия. – 2011. – № 5. – С. 79–8

54. Денисов, Г.В. Изучение засухоустойчивости сортов люцерны / Г.В. Денисов, В.В. Осипова // Вестник Мичуринского Государственного аграрного университета. – 2013. – № 2. – С. 8–10.

55. Дзюбенко, Н.И. Оценка автотриппинга в селекции люцерны/ Н.И. Дзюбенко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции ВИР. – Л., 1981. – Т. 71. – Вып. 2. – С. 87–89.

56. Дзюбенко, Н. И. Оценка и возможности использования признаков самофертильности и автотриппинга в селекции люцерны: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Н.И. Дзюбенко. – Ленинград, 1982. – 25 с.

57. Дзюбенко, Н.И. Влияние инбридинга и отбора на фертильность пыльцы отдельных клонов люцерны / Н.И. Дзюбенко // Тр. по прикл. бот., ген. и селек. – 1983. – № 74. – С. 95–100.

58. Дзюбенко, Н.И. Пути использования признака самофертильности и автотриппинга в селекции люцерны / Н.И. Дзюбенко // Экология опыления растений. – Пермь. – 1984. – № 8. – С. 120–123.

59. Дзюбенко, Н.И. Популяционно-генетические основы повышения и стабилизации семенной продуктивности люцерны: автореф. дисс...док.биол. наук. / Н.И. Дзюбенко. – СПб.: Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, 1995. – 45 с.
60. Дзюбенко, Н.И. Популяционно-генетические аспекты природно-географического разнообразия люцерны / Н.И. Дзюбенко, И.А. Швытов // Бобовые культуры в современном сельском хозяйстве. – Новгород. – 1998. – С. 42–45.
61. Дзюбенко, Н.И. Генетические ресурсы культурных растений – основа продовольственной и экологической безопасности России / Н.И. Дзюбенко // Вестник РАН. – 2015. – Т. 85. – № 1. – С. 3–8.
62. Дзюбенко, Н.И. Роль Н. И. Вавилова и ученых ВИР в освоении пустынь / Н.И. Дзюбенко, А.А. Кочегина // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – 2016. – Т. 177. – Вып. 1. – С. 5–34.
63. Дзюбенко, Н.И. Многолетние и однолетние засухо- и солеустойчивые кормовые растения в Вавиловской коллекции / Н.И. Дзюбенко, А.В. Бухтеева, А.А. Кочегина // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. – 2017. – Т. 178. – Вып. 1. – С. 5–23.
64. Догузова, Н.Н. Селекция люцерны для предгорной зоны РСО - Алания / Н.Н. Догузова // Аграрная наука. – 2021. – № 9. – С. 81–85.
65. Драгавцев, В.А. Некоторые задачи агрофизического обеспечения селекционных технологий для генетического повышения продуктивности и урожая растений / В.А. Драгавцев, Г.А. Макарова, А.А. Кочетов и др. // Агрофизика. – 2011. – № 1. – С. 14–22.
66. Дронова, Т.Н. Ресурсосберегающая технология возделывания семенной люцерны / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева, А.Т. Барабанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – №4 (24). – С. 1–5.
67. Дронова, Т.Н. Использование сортов люцерны в орошаемом земледелии Нижнего Поволжья / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева // Актуальные направления селекции и использование люцерны в кормопроизводстве: сб. науч. тр. – Вып. 4 (52). – М.: Угрешская типография, 2014а. – С. 42–48.

68. Дронова, Т.Н. Особенности технологии возделывания семенной люцерны при орошении / Т.Н. Дронова, Н.И. Бурцева // Актуальные направления селекции и использование люцерны в кормопроизводстве: сб. науч. тр. – Вып. 4 (52). – М.: Угрешская типография, 2014б. – С. 185–191.

69. Думачева, Е.В. Роль оптимизации минерального питания в формировании кормовой ценности люцерны / Е.В. Думачева, И.К. Ткаченко // Кормопроизводство. – 2010. – № 5. – С. 5–8.

70. Думачева, Е.В. Почвенно-ризосферные взаимодействия некоторых видов Fabaceae при возделывании в культуре на карбонатных почвах / Е.В. Думачева, В.И. Чернявских // Фундаментальные исследования. – 2012 а. – № 9–2. – С. 351–355.

71. Думачева, Е.В. Семенная продуктивность разновозрастных посевов многолетних видов Fabaceae на черноземах карбонатных в условиях юга Среднерусской Возвышенности России / Е.В. Думачева, В.И. Чернявских // Современные проблемы науки и образования. – 2012 б. – № 3. – С. 393–397.

72. Думачева, Е.В. Биоресурсный потенциал бобовых трав на меловых обнажениях и карбонатных почвах Европейской России / Е.В. Думачева, В.И. Чернявских – Белгород: Издательский дом «Белгород», 2014 а. –144 с.

73. Думачева, Е.В. Индекс железа как показатель устойчивости популяций *Medicago varia* Mart. на карбонатных почвах / Е.В. Думачева, В.И. Чернявских // Фундаментальные исследования. – 2014 б. – № 9-3. – С. 571–574.

74. Дьяков, А.Б. Конкуренция между растениями и продуктивность посевов подсолнечника / А.Б. Дьяков // Сельскохозяйственная биология. – 1974. – Т. 9, № 5. – С. 678–687.

75. Дьяков, А.Б. Тенденции в развитии научных основ селекции растений / А.Б. Дьяков // Электронный научный журнал «Исследовано в России». – 2012. – Т. 15. – С. 1–18.

76. Дьяков, А.Б. Конкуренентоспособность растений в связи с селекцией. Новый принцип анализа дисперсии продуктивности / А.Б. Дьяков, В.А. Драгав-

цев, А.Г. Бехтер // Теория отбора в популяциях растений. – Новосибирск: Наука. – 1976. – С. 237–251.

77. Дюкова, Н.Н. Жизнеспособность пыльцы и элементы семенной продуктивности селекционных образцов люцерны изменчивой / Н.Н. Дюкова, А.С. Харалгин, О.С. Харалгина // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 3(60). – С. 20–26.

78. Дюкова, Н.Н. Селекция на симбиоз клубеньковых бактерий и растений люцерны / Н.Н. Дюкова, Л.Н. Скипин, Ю.П. Логинов // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 6(54).

79. Елиновска, А. Семеноводство люцерны / А. Елиновска // Межд. с.-х. журнал. – 1973. – № 3. – С. 50–56.

80. Епифанова, И.В. Селекция люцерны для условий лесостепи среднего Поволжья / И.В. Епифанова, О. Тимошкин, М. Лапина // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2016. – № 6. – С. 53–56.

81. Журавлев, А.А. Биологические и технологические аспекты производства семян люцерны / А.А. Журавлев, К.В. Калашникова // Сб. рефератов-отчетов о зарубеж. командировках за 1970-1971 гг. – М., 1972. – В. I. – 29 с.

82. Журавлев, А.А. На семенниках / А.А. Журавлев // Корма. – 1973. – № 2. – С. 27.

83. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко – М.: РУДН, 2001. – Т.1. – 783 с.

84. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений / А.А. Жученко – Самара, 2003. – 260 с.

85. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко – М.: Изд-во Агрорус, 2009. – Т.3. – 960 с.

86. Жученко, А.А. Роль прогнозирующих возможностей закона гомологических рядов в наследственной изменчивости при поиске адаптивно значимых и хозяйственно ценных гендоноров / А.А. Жученко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 4. – С. 28–38.

87. Завод по производству кормов за 2 млрд построит нижегородский

предприниматель в Новосибирске // Селдон Новости. – 17.04.2024. Код доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/310996287>. Дата обращения 15.08.2024 г.

88. Зезин, Н.Н. Рекомендации по проведению полевых работ в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области в 2015 году / Н.Н. Зезин, А.П. Колотов, А.А. Шанин и др. – Екатеринбург: ООО «Информационно-рекламное агентство Уральской Торговой Компании», 2015. – 56 с.

89. Зезин, Н.Н. Рекомендации по проведению весенних полевых работ в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области / Н.Н. Зезин, А.В. Безгодков, П.А. Постников и др. – Екатеринбург: Информационно-рекламное агентство Уральской Торговой Компании, 2018 а. – 80 с.

90. Зезин, Н.Н. Рекомендации по заготовке кукурузного силоса из зелёной массы повышенной влажности / Н.Н. Зезин, В.Ф. Гридин, М.А. Намятов. – Екатеринбург: Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, 2018 б. – 19 с.

91. Зинченко, Б.С. Жизнеспособность пыльцы и рылец люцерны в зависимости от возраста цветков / Б.С. Зинченко, Л.Ф. Корбецкая, Т.М. Пестова // Генетико-физиологическая природа опыления у растений. – Киев, 1978. – С. 143–146.

92. Злобин, Ю.А. Реальная семенная продуктивность / Ю.А. Злобин // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т. 3. Системы репродукции. Под ред. Т.Б. Батыгиной. – СПб.: Мир и семья, 2000. – С. 260–262.

93. Золотарев, В.Н. Адаптивно-экологическое районирование товарного семеноводства клевера лугового и люцерны / В.Н. Золотарев, Н.И. Переправо // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии: коллективная монография. – Иваново: ПрессСто, 2015. – С. 380–385.

94. Золотарев, В.Н. Биологические основы агроэкологического семеноводства люцерны в России / В.Н. Золотарев, Н.И. Переправо, Г.В. Степанова // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 4. – С. 44–47.

95. Зотиков, В. И. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений / В. И. Зотиков,

А. А. Полухин, Н. В. Грядунова [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4(36). – С. 5–17.

96. Зотиков, В. И. Развитие инновационных технологий в растениеводстве на основе селекционных достижений / В. И. Зотиков, А. А. Полухин, Н. В. Грядунова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2 (46). – С. 5–9.

97. Ибрагимова, М.В. Симбиоз клубеньковых бактерий *Sinorhizobium meliloti* с люцерной *Medicago sativa* в условиях засоления / М.В. Ибрагимова, М.Л. Румянцева, О.П. Онищук, В.С. Белова, О.Н. Курчак, Е.Е. Андронов, Н.И. Дзюбенко, Б.В. Симаров // Микробиология. – 2006. – Т. 75, № 1. – С. 94–100.

98. Иванов, А.И. Люцерна / А.И. Иванов – М.: Колос, 1980. – 350 с.

99. Иванов, А.И. Эволюция рода *Medicago* L. подрода *Falcago* (Reichb.) Grossh / А.И. Иванов / Генофонд и селекция многолетних трав: Материалы Всесоюз. семинара. – Киев: Наук, думка, 1983. – С. 9–13.

100. Иванова, Е.П. Влияние агроклиматических условий и интенсивности использования на продуктивность люцерны изменчивой в одновидовых посевах и травосмесях / Е.П. Иванова, А.Н. Емельянов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 8 (70). – С. 25–28.

101. Ивасюк, Е.В. Урожайность и белковая продуктивность люцерны и люцернозлаковых травосмесей на дерново-подзолистой супесчаной почве Калужской области / Е.В. Ивасюк, В.К. Храмой, Н.М. Ивасюк // Известия ТСХА. – 2012. – Вып. 2. – С. 100–105.

102. Игнатьев, С.А. Результаты изучения морфо-биологических признаков образцов люцерны из Северной Америки / С. А. Игнатьев, А.А. Регидин, Т. В. Грязева, К. Н. Горюнов // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 2(62). – С. 42–46. – DOI 10.31367/2079-8725-2019-62-2-42-46.

103. Игнатьев, С.А. Основные итоги селекции и семеноводства многолетних трав на Дону за 2010-2020 годы / С. А. Игнатьев, А. А. Регидин, Т. В. Грязева, К. Н. Горюнов // Зерновое хозяйство России. – 2020. – № 6 (72). – С. 26–31.

104. Игнатьев, С.А. Оценка параметров экологической адаптивности образцов люцерны по признакам «урожайность зеленой массы» и «содержание сы-

рого протеина» / С.А. Игнатъев, А.А. Регидин, Н.С. Кравченко, К. Н. Горюнов // *Зерновое хозяйство России*. – 2021 а. – № 3(75). – С. 34–40.

105. Игнатъев, С.А. Семенная продуктивность и параметры адаптивности образцов люцерны на юге Ростовской области / С. А. Игнатъев, А.А. Регидин, Н.С. Кравченко // *Зерновое хозяйство России*. – 2021 б. – № 4(76). – С. 28–33.

106. Казарин, В.Ф. Исходный материал для селекции люцерны на повышение семенной продуктивности / В.Ф. Казарин, И.А. Володина // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2014. – С. 41–43.

107. Казарина, А. В. Оценка сортов люцерны изменчивой различного эколого-географического происхождения в условиях Самарского Заволжья / А.В. Казарина, И.С. Абраменко, Л.К. Марунова // *Кормопроизводство*. – 2021. – № 2. – С. 27–31.

108. Как устроен мировой рынок сена люцерны. Обзор // *Milknews: Новости и аналитика молочного рынка*. – 13.06.2023 г. Код доступа: <https://milknews.ru/longridy/Kak-ustroen-mirovoj-rynok-ljucerny.html?ysclid=lzv07jtgke556328116>. Дата обращения: 22.08.2024 г.

109. Камалетдинова, А.А. Кормовая ценность различных сортообразцов люцерны в условиях Южной лесостепной зоны Республики Башкортостан / А.А. Камалетдинова, А. А. Низаева, Г. М. Азнаева // *Доклады Башкирского университета*. – 2022. – Т. 7, № 1. – С. 7–10.

110. Каплин, В.Г. Динамика состава и плотности насекомых на надземных органах люцерны в лесостепи Самарской области / В.Г. Каплин, И.А. Володина, А.А. Курьянович. – М., 2020. – С. 591–619.

111. Касаткина, Н.И. Продуктивность сортов люцерны в зависимости от абиотических условий Среднего Предуралья / Н.И. Касаткина, Ж.С. Нелюбина // *Достижения науки и техники АПК*, 2016. – Т. 30. № 4. – С. 41–44.

112. Кашеваров, Н.И. Проблема белка в кормопроизводстве западной Сибири, пути её решения / Н.И. Кашеваров, В.А. Вязовский // *Достижения науки и техники АПК*. – 2010. – С. 42–45

113. Кидин, В.В. Агрехимия / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – М.: Издательство Проспект, 2015. – 619 с.
114. Кильчевский, А.В. Генетико-экологические основы селекции растений / А.В. Кильчевский // Вестник ВОГиС. – 2005. – Т. 9, № 4. – С. 518–526.
115. Кильчевский, А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Мн.: Тэхналогія, 1997. – 372 с.
116. Киризий, Д.А. Взаимосвязь азотфиксации и фотосинтеза как основных составляющих продукционного процесса у люцерны / Д.А. Киризий, Н.А. Воробей, С.Я. Коць // Физиология растений. – 2007. – Т. 54, № 5. – С. 666–671.
117. Клименко, И.А. Идентификация и паспортизация сортов кормовых трав (клевера лугового, люцерны изменчивой, посевной и хмелевидной) на основе ДНК-маркеров / И.А. Клименко, Козлов, Н.Н., Костенко, С.И., и др. – М., 2020. – 35 с.
118. Коваленко, В.И. Триппинг и эволюция систем размножения видов рода *Medicago*L. / В.И. Коваленко, С.С. Ибрагимова, В.К. Шумный и др. // Сельскохозяйственная биология. – 1987. – № 8. – С. 35 – 40.
119. Коваль, А.Е. Семенная продуктивность люцерны на посевах разного возраста / А.Е. Коваль // Селекция и семеноводство. – 1986. – № 6. – С. 41–42.
120. Козлов, Н.Н. Исходный материал для селекции кормовых растений / Н.Н. Козлов, Т.Ф. Прибыткова, М.А. Макаренков, В.Л. Коровина, и др. // Кормопроизводство. – 2004. – № 2. – 25–27.
121. Константинова, А.М. Селекция люцерны / А.М. Константинова, // Сельскохозяйственная биология. – 1973. – № 1. – С. 42–48.
122. Кончанов, Н.А. Состояние и перспективы использования маркер-ориентированной и геномной селекции растений / Н.А. Кончанов, А.В. Кочетов, Е.А. Салина, и др. // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87, № 4. – С. 348–354.
123. Корнеева, И.В. Изучение трансформантов люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.) / И.В. Корнеева, В.В. Мазин, М.Н. Агафодорова // Физиоло-

гия и биохимия культурных растений. Институт физиологии растений и генетики НАН Украины (Киев). – 1999. – Т. 3, №3. – С. 189–195.

124. Косолапов, В.М. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства / В.М. Косолапов, С.В. Пилипко, С.И. Костенко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – №4. – С. 35–37.

125. Косолапов, В.М. Методы анализа кормов / В.М. Косолапов, И.Ф. Драганов, В.А. Чуйков. – М.: Угрешская типография, 2018 а. – 156 с.

126. Косолапов, В.М. Основные методы и результаты селекции многолетних трав / В.М. Косолапов, С.В. Пилипко // Кормопроизводство. – 2018 б. – № 2. – С. 23–26.

127. Косолапов, В.М. Новые сорта кормовых культур и технологии для сельского хозяйства России / В.М. Косолапов, В.И. Чернявских, С.И. Костенко // Кормопроизводство. – 2021 а. – № 6. – С. 22–26.

128. Косолапов, В.М. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России / В.М. Косолапов, В.И. Чернявских, С.И. Костенко // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021 б. – Т. 25, № 4. – С. 401–407.

129. Косолапов, В.М. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в их решении / В.М. Косолапов, В.И. Чернявских // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 4. – С. 5–14.

130. Косолапов, В.М. Современное состояние и вызовы для отрасли кормопроизводства в России / В.М. Косолапов, В.И. Чернявских, С.И. Костенко // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 3–8.

131. Косолапов, В.М. Достижения ФНЦ «ВИК имени В.Р. Вильямса» в изучении кормовых растений / В.М. Косолапов, В.И. Чернявских // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 1. – С. 34–38.

132. Косолапов, В.М. Селекция люцерны изменчивой на создание интенсивных сортов с высокой кормовой продуктивностью: результаты и перспективы / В.М. Косолапов, Е.В. Думачева, Л.Д. Сайфутдинова // Российская сельскохозяйственная наука. – 2023. – № 6. – С. 9–14.

133. Косолапова, В.Г. Аминокислотный состав люцерны разных сортов / В.Г. Косолапова, В.М. Косолапов, Г.В. Степанова // Кормопроизводство. – 2023. – № 8. – С. 18–21.

134. Костенко, С.И. Селекция кормовых культур – основа устойчивого кормопроизводства на современном этапе развития России / С.И. Костенко, Е.Г. Седова, Е.В. Думачева // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. – 36. – № 4. – С. 15–21. DOI 10.53859/02352451_2022_36_4_15.

135. Кочерина, Н.В. Введение в теорию эколого-генетической организации количественных признаков растений и теорию селекционных индексов / Н.В. Кочерина, В.А. Драгавцев // РАСХН, Агрофизический научно-исследовательский институт. – Санкт-Петербург, 2008. – 87 с.

136. Кузнецов, И.Ю. Изучение и оценка селекционной ценности сортопопуляций люцерны для условий южной лесостепной зоны Республики Башкортостан / И.Ю. Кузнецов, А.А. Низаева, А.А. Башаров // Известия Международной академии аграрного образования. – 2023. – № 65. – С. 130–137.

137. Кузнецова, Г.С. Растениеводство / Г.С. Кузнецова, С.К. Мингалев, М.Ю. Карпухин. – Екатеринбург: Уральский ГАУ, 2016. – 673 с.

138. Кунах, В.А. Геномная изменчивость соматических клеток растений. 3. Каллусообразование *invitro* / В.А. Кунах // Биополимеры и клетка. – 1997. – Т. 13, № 5 – С. 362–371.

139. Куркина, Ю.Н. Селекция бобов (*Vicia faba*L.) на повышение семенной продуктивности / Ю.Н. Куркина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 4/2 . – С. 922–925.

140. Лазарев, Н.Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н.Н. Лазарев, О.В. Кухаренкова, Е.М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18–25.

141. Лазарев, Н.Н. Продуктивное долголетие новых сортов люцерны (*Medicago sativa*L.) При интенсивном скашивании / Н.Н. Лазарев, Д.В. Пятинский // Известия ТСХА. – 2016. – В. 5. – С. 39–54.

142. Лазарев, Н.Н. Урожайность козлятника восточного и люцерны изменчивой при долголетнем использовании / Н.Н. Лазарев, О.В. Кухаренкова, Е.М. Куренкова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 2 (362). – С. 56–58.
143. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин – М.: Высш. школа, 1990. – 352 с.
144. Лепкович, И.П. Перспективы использования луговых бобовых растений на Северо-Западе России / И.П. Лепкович, А.М. Спиридонов // Аграрная Россия. – 2017. – № 8. – С. 7–11.
145. Ломов, М. В. Семенная продуктивность люцерны в Нечерноземье / М. В. Ломов, Ю. М. Писковацкий, Л. Ф. Соложенцева // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – Вып. 26 (74). – М.: ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса», 2021. – С. 83–89.
146. Лосев, А.П. Агрометеорология / А.П. Лосев, Л.Л. Журина – Москва : Колос, 2001. – 300 с.
147. Лубенец, П.А. Многолетние травы Голландии / П.А. Лубенец // Бюл ВИР. – 1956. – № 12. – С. 50–52.
148. Лубенец, П.А. Кормовое достоинство и химический состав люцерны / П.А. Лубенец // Тр. по прикл. бот., генет. и селек. – 1977. – Т. 59.– Вып. 1. – С. 88–117.
149. Лупашку, М.Ф. Люцерна / М.Ф. Лупашку. – М.: Агропромиздат, 1988. – 256 с.
150. Мавлютов, Ю.М. Оценка возможности применения SRAP-маркеров для ДНК-идентификации российских сортов люцерны / Ю.М. Мавлютов, А.О. Шамустакимова, И.А. Клименко // Генофонд и селекция растений: Доклады и сообщения V Международной конференции, Новосибирск, 11–13 ноября 2020 года. – Новосибирск: Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук. – 2020. – С. 193–196.
151. Макарова, Г.И. Состояние и перспективы селекции многолетних трав в Сибири и на Дальнем Востоке / Г.И. Макарова // Сб. научн. тр. ВИК. – М., 1984. – № 31. – С. 152–156.

152. Малышев, Л.Л. Потенциал коллекции кормовых культур ВИР в развитии кормопроизводства на Севере РФ / Л.Л. Малышев, Н.Ю. Малышева, С.В. Булынец, и др. // *АгроЗооТехника*. – 2023. – Т. 6, № 3. – С. 1–15.
153. Малышева, Н.Ю. Экология опыления и опылители люцерны (*Medicago* spp.) в Северном Приаралье : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / Н.Ю. Малышева. – СПб., 1997. – 20 с.
154. Малышева, Н.Ю. Биологическое разнообразие люцерны хмелевидной (*Medicagolupulina* L.) / Н. Ю. Малышева // *Vavilovia*. – 2021. – Т. 4, № 4. – С. 28–37. – DOI 10.30901/2658-3860-2021-4-28-37.
155. Малышева, Н.Ю. Анализ уровня мобилизации комплекса *Medicagofalcatas*.1. на территории СССР / Н.Ю. Малышева, Л.Л. Малышев // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. – 2020. – Т. 181, № 3. – С. 17–24..
156. Малышева, Н.Ю. Пополнение коллекции многолетних кормовых культур ВИР по результатам экспедиции в Тамбовской и Рязанской областях в 2018 году / Н.Ю. Малышева, Г.А. Гриднев, Г.В. Бельская, Е.А. Губанова // *Vavilovia*. – 2023. – Т. 6, № 1. – С. 43–55.
157. Марченко, Л.В. Фитосанитарная оценка семян люцерны изменчивой (*Medicagovaria*) / Л.В. Марченко // *Вестник КрасГАУ*. – 2013. – № 9. – С. 90–94.
158. Медведев, С.П. Редактирование генов и геномов / отв. ред. В.С. М. Зажиян, С. П. Медведев, Е. В. Дементьева, В. В. Власов. – Новосибирск: Изд-во «СО РАН», 2016. – 432 с.
159. Мейрманов, Г.Т., Ценность поликроссных гибридных популяций люцерны / Г.Т. Мейрманов, Т.А. Сеитова, С.С. Садвакасов, В.С. Пенчукова // *Селекция и семеноводство*. – 1984. – № 3. – С. 17–19.
160. Мельников, А.В. Роль приемов защиты в формировании энтомофауны насекомоопыляемых культур в лесостепном Поволжье: диссертация ... канд. сельскохозяйств. наук / А.В. Мельников // Саратов, 2017. – 177 с.
161. Методические рекомендации по агротехнике возделывания люцерны. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 2008. – С. 57.

162. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав. Ленинград: ВАСХНИЛ. ВИР им. Н. И. Вавилова, 1973. – 37 с.
163. Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1986. – 135 с.
164. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новоселов, В. Н. Киреев, Г. П. Кутузов, и др. – М.: типография Россельхозакадемии, 1997. – 156 с.
165. Методические указания по селекции многолетних трав / А.С. Новоселова, и др. – М.: ВИК, 1978. – 132 с.
166. Методические указания по селекции многолетних трав / М.А. Смургин и др. – М.: ВИК, 1985. – 188 с.
167. Мингалев, С.К. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в системах земледелия Среднего Урала / С.К. Мингалев. – Екатеринбург, 2004. – 323 с.
168. Мороз, М.Т. Корма и кормление сельскохозяйственных животных / М.Т. Мороз, А.М. Спиридонов. – М.: ООО «Директмедиа Паблишинг», 2022. – 160 с.
169. Нагибин, А.Е. Создание самофертильных линий люцерны в условиях Свердловской области / А.Е. Нагибин // Генетические методы в селекции кормовых трав : тез. науч.-метод. совещания. Вильнюс. – 1987. С. 25–27.
170. Нагибин, А.Е. Селекционная работа по люцерне на среднем Урале / А.Е. Нагибин, М.А. Тормозин, А.А. Зырянцева // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 7 (137) – С. 20–24.
171. Нагибин, А.Е. Новый перспективный сорт люцерны изменчивой (*Medicagosativa*L. *nothosubsp. varia* (Martyn) Arcang) Виктория / А.Е. Нагибин, М.А. Тормозин, А.А. Зырянцева // Кормопроизводство. – 2016. – № 6. – С. 46–48.
172. Нагибин, А.Е. Сорта многолетних трав уральской селекции / А.Е. Нагибин, М.А. Тормозин, А.А. Зырянцева // Нива Урала. – 2017. – № 1. – С. 26–27.

173. Низаева, А.А. Перспективные сортообразцы люцерны на выщелоченных черноземах Республики Башкортостан / А.А. Низаева, Р.Л. Акчурин, Р.А. Биктимиров, Н.Ю. Малышева // *Агрохимический вестник*. – 2020. – № 6. – С. 68–70.

174. Низаева, А.А. Продуктивность сортов люцерны изменчивой в зависимости от почвенно-климатических условий / А.А. Низаева, И.А. Володина, Р.Р. Мусин // *Агрохимический вестник*. – 2021. – № 3. – С. 31–34.

175. Новоселова, Л.В. Фертильность мужского и женского гаметофитов люцерны хмелевидной (Fabaceae) в связи с условиями произрастания / Л.В. Новоселова, Н.В. Рожкова // *Вестник Пермского университета*. – 2005. – В. 6 – С. 53–58.

176. Олешко, В.П. Влияние схем использования семенников люцерны на их продуктивность и экономическую эффективность / В.П. Олешко, А.А. Гаркуша, В.И. Рябцев // *Достижения науки и техники АПК*. – 2011. – № 12. – С. 49–51.

177. Островский, В.А. Агроэкологическая оценка сортов люцерны изменчивой в условиях Северного Казахстана / В.А. Островский, С.И. Коконов // *Вестник Ижевской ГСХА*. – 2023. – № 1(73). – С. 22–28.

178. Островский, В.А. Оценка зимостойкости и засухоустойчивости сортов люцерны изменчивой в условиях Северного Казахстана / В.А. Островский, Н.И. Филиппова, С.И. Коконов, и др. // *АгроЭкоИнфо*. – 2023 б. – № 4(58).

179. Островский, В.А. Сравнительная оценка семенной продуктивности сортов люцерны изменчивой в Северном Казахстане / В.А. Островский, С.И. Коконов, Т.Н. Рябова // *Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2023 а. – № 3(75). – С. 10–16.

180. Панков, Д.М. Зависимость опыления медоносов от погодных условий / Д.М. Панков // *Современные проблемы науки и образования. Сельскохозяйственные науки*. – 2008. – № 6. – С. 75–79.

181. Переправо, Н.И. Агроэкологическое семеноводство многолетних трав. / Н.И. Переправо, В.Н. Золотарев, В.М. Косолапов, В.Э. Рябова, и др. – М.: Изд-во «РГАУ-МСХА», 2013. – 54 с.

182. Пикун, П.Т. Люцерна и ее возможности. / П.Т. Пикун // Минск: ИД «Белорусская наука», 2012. – 310 с.
183. Писковацкий, Ю.М. Люцерна для многовидовых агрофитоценозов / Ю.М. Писковацкий // Кормопроизводство. – 2012. – № 11. – С. 25–26.
184. Писковацкий, Ю.М. Фитоценотическая селекция люцерны / Ю.М. Писковацкий, Ю.М. Ненароков, Л.Ф. Соложенцева, В.Е. Михалев // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – Лобня, 2007. – С. 284–290.
185. Писковацкий, Ю.М. Селекция люцерны для многовидовых кормовых агрофитоценозов / Ю.М. Писковацкий, М.Г. Ломова, Л.Ф. Соложенцева, М.В. Ломов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – Вып. 5 (53). – М.: ООО «Угрешская типография», 2015. – С. 159–168.
186. Писковацкий, Ю.М. Селекция люцерны для условий Нечерноземной зоны / Ю.М. Писковацкий, Л.Ф. Соложенцева, В.И. Уткина // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса». – Вып. 12 (60). – М.: ООО «Угрешская типография», 2016. – С. 23–29.
187. Плохинский, Н.А. Биометрия / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 367 с.
188. Пovyдыш, М.Н. Исследования базальных таксонов мотыльковых: итоги и актуальные проблемы / М.Н. Пovyдыш, М.Ю. Гончаров, Г.П. Яковлев // Ботаника: история, теория, практика (к 300-летию основания Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук): Труды международной научной конференции. – СПб.: ЛЭТИ, 2014. – С. 160–165.
189. Полюдина, Р.И. Селекция кормовых культур Сибири / Р.И. Полюдина, О.А. Рожанская, Д.А. Потапов // Вестник ВОГиС. – 2005. – Т. 9, №3. – С. 381–389.
190. Помогайбо, В.М. Путевой анализ компонентов продуктивности синегибридной люцерны / В.М. Помогайбо // Генетика. – 1981. – № 8. – С. 1473–1478.

191. Помогайбо, В.М. Связь некоторых морфологических признаков с продуктивностью растений люцерны / В.М. Помогайбо // Докл. ВАСХНИЛ. – 1982. – № 2. – С. 23–24.
192. Пономарев, А.Н. Эффективность самоопыления и перекрестного опыления у люцерны / А.Н. Пономарев // Генетика и селекция растений. – М., 1955. – Т. 7. – Вып. 3. – С. 35–41.
193. Попова, Т.Н. Семенная продуктивность сортов люцерны и ее составляющие / Т.Н. Попова // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 37–39.
194. Привалова, К.Н. Создание и использование культурных пастбищ для молочного скота / К.Н. Привалова, Д.М. Тебердиев и др. // Кормопроизводство: проблемы и пути решения. – 2007. – С. 61–68.
195. Привалова, К.Н. Эффективность укосного и пастбищного использования люцерно-злаковых травостоев в северной части Центрального района Нечерноземной зоны / К.Н. Привалова, Д.С. Резников // Актуальные направления селекции и использование люцерны в кормопроизводстве: сб. науч. тр. – Вып. 4 (52). – М.: Угрешская типография, 2014. – С. 99–104.
196. Пшеницин, Л.А. Анализ перехода самонесовместимости к самосовместимости и обратно под влиянием условий среды у растений / Л.А. Пшеницин // IV съезд ВОГиС. – Кишинев, 1982. – С. 124–125.
197. Рожанская, О.А. Создание селекционного материала эспарцета и люцерны методами биотехнологии / О.А. Рожанская, В.Г. Дарханова, Н.Г. Строева // Кормопроизводство. – 2008. – № 5. – С. 29–32.
198. Рожанская, О.А. Морфогенез эспарцета песчаного *invitro* и его регуляция с помощью гуминовых кислот торфа и нанобиокомпозитов / О.А. Рожанская, Н.В. Барашкова, Т.В. Шилова и др. / Наука и образование. – 2015. – №4. – С. 110–114.
199. Румянцева, М.Л. Отбор солеустойчивых растений разных видов люцерны (*MedicagoL.*) и анализ их морфобиологических и симбиотрофных показателей / М.Л. Румянцева, Г.В. Степанова, О.Н. Курчак и др. // Сельскохозяйств. биология. – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 673–684

200. Румянцева, М.Л. Структурный полиморфизм генов вирулентности и солеустойчивости *SinorhizobiumMeliloti* / М.Л. Румянцева, А.С. Саксаганская, В.С. Мунтян и др. // Генетика. – 2018. – Т. 54, № 5. – С. 524–534.

201. Савченко, И.В. Выведение новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений / И.В. Савченко // Вестник РАН. – 2017. – Т. 87, № 4. – С. 325–332.

202. Салфетников, Ф.Ф. Эффективность опыления семенных посевов люцерны различными видами пчел / А.А. Салфетников, И.А. Меремьянина, В.В. Кенный // Труды Кубанского ГАУ. – 2012. – № 2 (35). – С. 308–309.

203. Сапрыкин, С. В Научные основы селекции и семеноводства многолетних трав в Центрально-Черноземном регионе России. / С.В. Сапрыкин, В.Н. Золотарев, И.С. Иванов и др. // Воронеж: ОАО «Воронежская областная типография», 2020. – 496 с.

204. Сапрыкин, С. В. Результаты селекции основных видов многолетних трав для условий степи Центрально-Чернозёмного региона / С. В. Сапрыкин // Кормопроизводство. – 2022. – № 6. – С. 38–43.

205. Сванкулова, У. Влияние инбридинга и самофертильности исходных линий люцерны на селекционно-ценные признаки / У. Сванкулова, Г.Т. Мейрман, С.С. Абаев, Ж. Барлыкбеков // Изденістер, нәтижелер. Исследования, результаты. Алматы. – 2014. – № 2 – С. 186–190.

206. Сельское хозяйство в России, 2023 / Стат. сб. – М.: Росстат, 2023. – 103 с. Код доступа: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Sel_hoz-vo_2023.pdf. Дата обращения 17.08.2024 г.

207. Сеницына, С.М. Состояние и перспективы селекции и семеноводства многолетних трав на Северо-Западе России / С.М. Сеницына, А.М. Спиридонов, Т.А. Данилова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (48). – С. 11–19.

208. Сеницына, С.М. Состояние и перспективы возделывания многолетних трав на Северо-Западе России / С.М. Сеницына, А.М. Спиридонов // Аграрная Россия. – 2018. – № 2. – С. 17–22.

209. Синская, Е.Н. Динамика вида / Е.Н. Синская. – М.– Л.: Сельхозгиз., 1948. – 527 с.
210. Синская, Е.Н. Люцерна – *Medicago sativa* L. // Культурная флора СССР. – М.– Л.: Сельхозгиз., 1950. – Т. 13. – 570 с.
211. Синская, Е.Н. Об общих закономерностях эколого-географической изменчивости состава популяций дикорастущих и культурных растений / Е.Н. Синская // Тр. по прикл. ботан., генет. и селекции. – 1964. – Т. 36. – Вып. 2. – С. 3–13.
212. Синская, Е.Н. Проблемы популяционной ботаники / Е.Н. Синская. – Екатеринбург: Издательство: УрО РАН, 2003. – Т. 2. – 401 с.
213. Соколов, А.В. Минеральный состав некоторых бобовых и злаковых лугопастбищных и посевных трав в различные фазы вегетации / А.В. Соков, С.П. Замана, В.А. Киндсфатер, Т.С. Федоровский // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. – 2011. – № 11. – С. 51–56.
214. Соложенцева, Л. Ф. Селекция люцерны на устойчивость к основным болезням при использовании искусственного инфекционного фона // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. – Вып. 13 (61). – М.: Уг-решская типография, 2017. – С. 159–168.
215. Соложенцева, Л. Ф. Выявление и создание устойчивого к наиболее вредоносным грибным болезням перспективного материала / Л.Ф Соложенцева // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 4. – С. 57–66.
216. Соложенцева, Л. Ф. Селекция люцерны на повышение продуктивности и устойчивости к грибным болезням / Л. Ф. Соложенцева // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр. – Вып. 27 (75). – Москва: ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса», 2022. – С. 38–43.
217. Спиридонов, А.М. Агроэкологическая оценка сортов люцерны изменчивой и клевера лугового в условиях Северо-Запада России / А.М. Спиридонов // В сб.: Единство и идентичность науки: проблемы и пути решения сборник статей

по итогам Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 255–256.

218. Спиридонов, А. М. Многолетние бобовые травы в земледелии и кормопроизводстве Северо-Запада РФ / А. М. Спиридонов. – Москва-Берлин: ООО «Директмедиа Паблишинг», 2021. – 192 с.

219. Спиридонов, А.М. Семеноводство как фактор повышения эффективности производства зерна / А.М. Спиридонов, П.Г. Николенко // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1 (46). – С. 174–182.

220. Спиридонов, А. М. Продуктивность сортов люцерны изменчивой и синей в условиях северо-запада России / А. М. Спиридонов, А. М. Мазин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 60. – С. 16–22.

221. Старцева, А. В. Рост и развитие культурных и дикорастущих форм люцерны изменчивой в первый год жизни в коллекционном питомнике / А. В. Старцева, Г. П. Майсак // Кормопроизводство. – 2023. – № 2. – С. 33–37.

222. Степанова, Г. В. Результаты симбиотической селекции люцерны / Г. В. Степанова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2023. – Т. 53, № 1. – С. 14–22.

223. Стрельцина, С.А. Сравнительный анализ внутривидовой изменчивости люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) и козлятника восточного (*Galega orientalis* L.) по биохимическим признакам качества / С.А. Стрельцина, М.А Жуков, Е.В. Чачко и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2001. – №5. – С. 37–47.

224. Строева, Н.С. Клональное микроразмножение и селекция *Medicago varia* в условиях Центральной Якутии / Н.С. Строева, В.Г. Дарханова, И.В. Воронов, Г.В. Филиппова // Наука и образование. – 2017. – № 3. – С. 124–129.

225. Сухарева, А.С. ДНК-маркеры для генетического анализа сортов культурных растений / А.С. Сухарева, Кулуев Б.Р. // Биомика. – 2018. – Т. 10, № 1. – С. 69–84.

226. Сысуев, В.А. Адаптивная стратегия устойчивой продуктивности многолетних трав на северо-востоке европейской части России / В.А. Сысуев, В.А. Фигурин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 12. – С. 79–82.

227. Сюков, В.В. Экологическая селекция растений: типы и практика (обзор) / В. В. Сюков, А. И. Менибаев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 4–3. – С. 463–466.

228. Терещенко, Н.М. О селекции люцерны поликросс-методом / Н.М. Терещенко // Селекция и семеноводство. – 1974. – № 1. – С. 28–29.

229. Тимошкин, О. А. Урожайность и биологическая эффективность возделывания смешанных посевов люцерны изменчивой и костреца безостого / О.А. Тимошкин // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 7. – С. 12–18.

230. Тимошкин, О.А. Конкурентная способность люцерны и костреца в смешанных посевах при возделывании в лесостепи Средневолжья / О.А. Тимошкин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2023. – № 1(391). – С. 80–84.

231. Тимошкин, О.А. Урожайность семян многолетних бобовых трав при применении микроудобрений и биорегуляторов / О.А. Тимошкин, О.Ю. Тимошкина, А.А. Яковлев // Кормопроизводство. – 2013. – № 8. – С. 18–20

232. Тихонович, И. А. Мобилизация объединенных генетических систем микроорганизмов и растений / И. А. Тихонович // Растения и микроорганизмы: биотехнология будущего: Материалы Международной научной конференции, Уфа, 13–17 июня 2018 года. – Уфа: Электронное издание. Постоянный адрес размещения <http://plamic.ru/sbornik/>. – 2018. – С. 234. Дата обращения: 23.10.2023 г.

233. Тихонович, И.А. Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего / И.А. Тихонович, Н.А. Проворов. – Санкт-Петербург: Изд-во СПбГУ, 2009. – 210 с.

234. Тихонович, И.А. Принцип дополненности геномов в расширении адаптационного потенциала растений / И.А. Тихонович, Е.Е. Андронов, А.Ю. Борисов и др. // Генетика. – 2015. – Т. 51, № 9. – С. 973–990.

235. Ткаченко, И.К. Использование свойства твердосемянности в селекции люцерны / И.К. Ткаченко // Вестник с.-х. науки. – 1982. – № 7. – С. 63–66.

236. Ткаченко, И.К. О технике искусственной гибридизации люцерны / И.К. Ткаченко, Б.С. Зинченко // Селекция и семеноводство. – 1975. – Вып. 29 С. 57–60.

237. Ткаченко, И.К. Получение нового исходного материала для селекции люцерны / И.К. Ткаченко, Н.М. Кальченко // Генофонд и селекция многолетних трав. – К.: Наук. Думка. – 1983. – С. 46–50.

238. Ткаченко, И.К. Метод поликросса в селекции люцерны на улучшение показателей продуктивности / И.К. Ткаченко, Т.И. Воронкина // Флора и растительность Центрального Черноземья. – Курск: Изд-во Педуниверситета. – 2002. – С. 109–112.

239. Ткаченко, И.К. Трансгенез и традиционная селекция / И.К. Ткаченко, Е.В. Думачева // Научные ведомости БелГУ. Серия Экология. – 2005. – № 1 (21), Вып. 3. – С. 100–108.

240. Ткаченко, И.К. Селекция и семеноводство люцерны и других многолетних трав / И.К. Ткаченко, Н.А. Сурков, В.И. Чернявских и др. – Белгород: Крестьянское дело, 2005. – 378 с.

241. Ткаченко, И.К. Использование гетерозиса в рекуррентной селекции люцерны / И.К. Ткаченко, Е.В. Думачева, В.И. Чернявских, В.Л. Бабенков // Селекция и семеноводство. – 2008 а. – № 96. С. – 183.

242. Ткаченко, И.К. Проблемы и задачи автогамии у люцерны / И.К. Ткаченко, Е.В. Думачева, В.Л. Бабенков, Т.И. Воронкина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2008 б. – № 3 (43). – С. 60–68.

243. Толпин, В.А. Оценка состояния сельскохозяйственных культур на основе межгодовой динамики с использованием данных MODIS / В.А. Толпин // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2007. – Т. 4, №. 2. – С. 380–389.

244. Тооминг, Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов / Х.Г. Тооминг. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1984. – 264 с.

245. Тормозин, М. А. Новые перспективные линии люцерны уральской селекции с комплексом хозяйственно ценных признаков / М. А. Тормозин, А. А. Зырянцева // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 1(29). – С. 78–84.

246. Тормозин, М. А. Изучение самофертильных, автотриппингующихся линий люцерны – основа создания высокопродуктивных сортов / М.А. Тормозин, А.Е. Нагибин, А.А. Зырянцева // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 1. – С. 30–33.

247. Тормозин, М.А. Изучение коллекции люцерны в условиях Среднего Урала по основным хозяйственно ценным признакам / М.А. Тормозин, А.А. Зырянцева // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, №8. – С. 56–59.

248. Тормозин, М.А. Реализация продуктивного потенциала популяций *Medicago varia* Mart. в условиях Среднего Урала / М.А. Тормозин, В.И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2022. – № 10. – С. 18–22.

249. Тормозин, М. А. Экологическое изучение сортообразцов люцерны различного географического происхождения в условиях юга Среднерусской возвышенности / М.А. Тормозин, В.И. Чернявских, Л.Д. Сайфутдинова, А.А. Зырянцева // Российская сельскохозяйственная наука. – 2023. – № 1. – С. 20–24.

250. Уалиева, Г. Т. Исходный материал для селекции люцерны на повышение семенной продуктивности в Северном Казахстане / Г. Т. Уалиева, У. М. Сагалбеков, К. Ж. Тагаев, М. Е. Байдалин // Наука и образование. – 2022 а. – № 4–2(69). – С. 163–172.

251. Уалиева, Г. Т. Основные этапы экспериментального создания и оценки исходного материала люцерны по модели сорта / Г. Т. Уалиева, У. М. Сагалбеков, К. Ж. Тагаев, М. Е. Байдалин // Наука и образование. – 2022 б. – № 3–3(68). – С. 184–193.

252. У России есть потенциал увеличения экспорта сена и люцерны — эксперт // Кормовые культуры / Корма, Экспорт и импорт. – 28.06.2024 г. – Код доступа: <https://specagro.ru/news/202406/u-rossii-est-potencial-uvelicheniya-eksporta->

senai-lyucerny-ekspert?ysclid=m00qyk137o350716626. Дата обращения: 16.08.2024 г.

253. Фигурин, В.А. Адаптация многолетних трав к почвам разной степени кислотности / В.А. Фигурин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2014. – №4. – С. 29–31.

254. Фигурин, В.А. Продуктивность раннеспелых сортов клевера лугового в зависимости от режимов использования / В.А. Фигурин // Кормопроизводство. – 2016. – № 4. – С. 30–33.

255. Филиппова, Н. И. Направления и результаты селекции многолетних бобовых трав в Северном Казахстане / Н. И. Филиппова, Е. И. Парсаев, Т. М. Коберницкая и др. // Кормопроизводство. – 2020. – № 7. – С. 37–43.

256. Хаджинов, М.И. Селекция перекрестноопыляющихся растений / М.И. Хаджинов, Б.А. Паншин // Теорет. основы селекции растений. – М.–Л.: Изд-во совхозной и колхозной литературы. – 1935. – Т.1. – С. 569–595.

257. Харалгин, А. С. Особенности семеноводства люцерны изменчивой (*Medicago varia* L.) в лесостепи Тюменской области / А. С. Харалгин, Н. Н. Дюкова, О. С. Харалгина // Рациональное использование земельных ресурсов в условиях современного развития АПК : Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тюмень, 24 ноября 2021 года. – Тюмень, 2021. – С. 328–335.

258. Хотичиева, Л.В Теория отбора в популяциях растений / Л.В. Хотичиева, З.С. Никоро, В.А. Драгавцев. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние АН, 1976. – 273 с.

259. Цакуева, Ф.П. Характеристика и видовой состав семейства Fabaceae ксерофитов предгорного Дагестана / Ф.П. Цакуева, И.А Агабалаев // Развитие научного наследия Н.И. Вавилова по генетическим ресурсам его последователями. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (26-29 июня 2017 года). – Дербент; Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчиников М.А.), 2017. – С. – 410–415.

260. Чернявских, В.И. Рекуррентная селекция как основа повышения продуктивности люцерны в Центрально-Чернозёмном Регионе / В.И. Чернявских // Кормопроизводство. – 2016. – № 12. – С. 40–44.

261. Чернявских, В.И. Селекция бобовых трав в Центральном Черноземье / В.И. Чернявских // Плодоводство и ягодоводство России. – 2018. – Т. LIV. – С. 81–87.

262. Чернявских, В.И. Опыт селекции и семеноводства люцерны и других трав в ЗАО «Краснояржская зерновая компания» / В.И. Чернявских, А.Г. Титовский, Р.А. Шарко и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 14–18.

263. Чернявских, В. И. Генетическая коллекция многолетних бобовых трав Белгородской области: этапы формирования, пути мобилизации и селекционный потенциал / В. И. Чернявских, Е. В. Думачева // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 1. – С. 63–68.

264. Чернявских, В. И. Устойчивость сортопопуляций *Medicago varia* Mart. к листовым пятнистостям в экотопах юга среднерусской возвышенности / В. И. Чернявских, Ж. А. Бородаева, Е. В. Думачева // Аграрная наука. – 2019. – № S1. – С. 109–112.

265. Чернявских, В. И. Селекция люцерны на основе мобилизации биологических ресурсов овражно-балочных комплексов мелового юга Среднерусской возвышенности / В. И. Чернявских, Ж. А. Бородаева, Е. В. Думачева. – Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2023. – 176 с.

266. Черчик, Н.И. Использование разных пород пчел на медосборе и опылении люцерны в условиях Лесостепи УССР / Н.И. Черчик, П.П. Щуплик // Опыление пчелами энтомофильных с.-х. культур. – М., 1972. – С. 24–27.

267. Чесноков, Ю.В. Молекулярные маркеры в популяционной генетике и селекции культурных растений: монография / Ю.В. Чесноков, Н.В. Кочерина, В.М. Косолапов. – М.: ООО «Угрешская Типография», 2019. – 200 с.

268. Шамсутдинов, З.Ш. Селекция кормовых культур: достижения и задачи / З.Ш. Шамсутдинов // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 6. – С. 35–46.
269. Шамсутдинов, З.Ш. Экотипическая селекция кормовых растений / З.Ш. Шамсутдинов, Ю.М. Писковацкий, Н.Н. Козлов и др. – М., 1999. – 236 с.
270. Шишела, Т. А. Технология возделывания люцерны на семена на орошаемых землях северного Прикаспия / Т.А. Шишела // Альманах современной науки и образования. Тамбов. – 2007. – № 6 (6). – С. 147–149.
271. Шмальгаузен, И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса: Избр. труды / И.И. Шмальгаузен. – М.: Наука, 1983. – 360 с.
272. Шумный, В.К., Квасова Э.В. Генетический контроль систем размножения у растений / В.К. Шумный // Итоги науки и техники. Общая генетика. – М., 1978. – Т. 3. – С. 74–91.
273. Шумный, В.К. Некоторые генетические и селекционные аспекты систем размножения у люцерны / В.К. Шумный, В.И. Коваленко, Э.В. Квасова, Л.Д. Колосова // Генетика. – 1978. – Т. 12, №1. – С. 150–151.
274. Эллиот, Ф. Селекция растений и цитогенетика / Ф. Эллиот. – Под ред. А.Р. Жебрака. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1961. – 448 с.
275. Юрков, А.П. Неинвазивное спектрофотометрическое исследование фотосинтетической эффективности арбускулярной микоризы люцерны хмелевидной / А.П. Юрков, Д.Г. Семенов // Ученые записки РГГМУ. – 2008. – № 7. – С. 101–110.
276. Юрков, А.П. Влияние гриба *Rhizophagus irregularis* на гормональный статус и фотосинтез люцерны хмелевидной при развитии арбускулярной микоризы / А.П. Юрков, А.А. Крюков, А.О. Горбунова и др. // В книге: Растения и микроорганизмы: биотехнология будущего Материалы Международной научной конференции. – 2018. – С. 267.
277. Abberton, M. Global agricultural intensification in times of climate change: the role of genomics / M. Abberton, J. Batley, A. Bentley et al. // Plant Biotechnol. J. – 2016. – № 14. – P. 1095–1098.

278. Abera, Z. D. Genomic selection: genome-wide prediction in plant improvement. / Z.D. Abera, R. Ortiz // Trends Plant Sci. –2014. – V. 19. – P. 592–601.

279. Acharya, S. A consensus multi-view multi-objective gene selection approach for improved sample classification. / S. Acharya, L. Cui, Y. Pan // BMC Bioinformatics. – 2020. – V. 21, №13. – P. 386.

280. Adhikari, L. Dissecting key adaptation traits in the polyploid perennial *Medicago sativa* using GBS-SNP mapping. / L. Adhikari, O.M Lindstrom, J. Markham, A.M. Missaoui // Frontiers in Plant Science. – 2018. – V. 9. – P. 1–19.

281. Ainsworth, E.A. What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂ / E.A. Ainsworth, S.P. Long // New Phytol. – 2005. – V. 165. – P. 351–372.

282. Alcázar, R. Polyamines: Molecules with Regulatory Functions in Plant Abiotic Stress Resistance / R. Alcázar, T. Altabella, F. Marco et al. // Planta. – 2010. – V. 231. – P. 1237–1249.

283. Al-Niemi, T.S. Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and post-germination growth. / T.S. Al-Niemi; W.F. Campbell, M.D. Rumbaugh // Crop Sci. – 1992, – V. 32. – P. 976–980.

284. Al-Suod, H. Determination of sugars and cyclitols isolated from various morphological parts of *Medicago sativa* L. / H. Al-Suod, I-A. Ratiu, M. Ligor et al. // J Sep Sci. – 2018. – V.41. –P. 1118–1128.

285. Andrade, M. H. M. L. Genomic prediction for canopy height and dry matter yield in alfalfa using family bulks. / M.H.M.L. Andrade, J. P. Acharya, J. Benevenuto et al. // The Plant Genome. – 2022. – V. 15. – e20235.

286. Adhikari, L., Missaoui A. M. Nodulation response to molybdenum supplementation in alfalfa and its correlation with root and shoot growth in low pH soil / L. Adhikari, A. M. Missaoui // Journal of Plant nutrition. – 2017. – V. 40. – №. 16. – P. 2290–2302.

287. Annicchiarico, P. Alfalfa forage yield and leaf/stem ratio: narrow-sense heritability, genetic correlation, and parent selection procedures / P. Annicchiarico // *Euphytica*. – 2015. – V. 205. – P. 409–420.
288. Annicchiarico, P. Breeding gain from exploitation of regional adaptation: An alfalfa case study / P. Annicchiarico // *Crop Science*. – 2021. – V. 61(4). – P. 2254–2271.
289. Annicchiarico, P. Questions and avenues for lucerne improvement./ P. Annicchiarico, C. Scotti, M. Carelli, L. Pecetti // *Czech J Genet Plant Breed*. – 2010. – V. 46. – P. 1–13.
290. Annicchiarico, P. Achievements and Challenges in Improving Temperate Perennial Forage Legume. / P. Annicchiarico, B. Barrett, E.C. Brummer et al. // *Crit. Rev. Plant Sci*. – 2015. – V. 34. – P. 327–380.
291. Annicchiarico, P. Comparison among nine alfalfa breeding schemes based on actual biomass yield gains. / P. Annicchiarico, L. Pecetti. // *Crop Science*. – 2021. – V. 61. – P. 2355–2370.
292. Araus, J.L. Translating high-throughput phenotyping into genetic gain. / J.L. Araus, S.C. Kefauver, M. Zaman-Allah et al. // *Trends Plant Sci*. – 2018. – V. 23. – P. 451–466.
293. Armour, D. Transfer of anthracnose resistance and pod coiling traits from *Medicago arborea* to *Medicago sativa* by sexual reproduction. / D. Armour, J. Mackie, J. Musial, J. Irwin. // *Theor. Appl. Genet*. – 2008. – V. 117. – P. 149–156.
294. Azzam, C. Salt Tolerance Associated With Molecular Markers in Alfalfa. / C. Azzam, Z. Abd El Naby, N. Mohamed // *Journal of Bioscience and Applied Research*. – 2019. – V. 5(4). – P. 416–428.
295. Badri, M. Analysis of salinity tolerance in two varieties of *Medicago sativa* at the vegetative stage. / M. Badri, K. Rafik, C. Jabri, N. Ludidi // *Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development*. – 2021. – P. 25–29.
296. Banasiak, J.A. *Medicago truncatula* ABC transporter belonging to subfamily G modulates the level of isoflavonoids / J. Banasiak, W. Biala, A. Staszaków et al. // *Exp. Bot*. – 2013. – V. 64. – P. 1005–1015.

297. Baral, R. Yield Gap Analysis of Alfalfa Grown under Rainfed Condition in Kansas / Baral, R.; Bhandari, K.; Kumar, R.; Min, D. // *Agronomy*. – 2022 – V. 12, № 9. – P. 2190.
298. Barnes, D.K. The flower, sterility mechanisms, and pollination control / D. K. Barnes, E. T. Bingham, J. D. Axtell et al. // *Agronomy Monographs*. – 1976. V 5. – P. 67–72.
299. Bekishova, G.K. Correlation dependence of carotene content in varieties and variety samples of alfalfa of Kazakhstani and foreign selection / G.K. Bekishova, S.K. Makhanova, U.M. Sagalbekov, A.S. Ansabayeva // *3i: Intellect, Idea, Innovation*. – 2023. – №. 1. – P. 75–81.
300. Benabderrahim, M.A. Genetic diversity of salt tolerance in tetraploid alfalfa (*Medicago sativa* L.) / M.A. Benabderrahim, M. Guiza, M. Haddad // *Acta Physiol. Plant*. – 2020. – V. 42. – P. 5.
301. Benton, T.G. Optimal reproductive effort in stochastic, density-dependent environments. / T.G. Benton, A. Grant // *Evolution*. – 1999. – V.53, № 3. – P. 677–688.
302. Bertrand, A. Improving Salt Stress Responses of the Symbiosis in Alfalfa Using Salt-Tolerant Cultivar and Rhizobial Strain / A. Bertrand, C. Dhont, M. Bipfubusa et al. // *Applied Soil Ecology*. – 2015. – V. 87. – P. 108–117.
303. Bhandari, H.S. Combining abilities and heterosis for forage yield among high-yielding accessions of the alfalfa core collection / H.S. Bhandari, C.A. Pierce, L.W. Murray, I.M. Ray // *Crop Sci*. – 2007. – V. 47.– P. 665–671.
304. Bhattarai, S.B. Morphological, Physiological, and Genetic Responses to Salt Stress in Alfalfa: A Review / S.B. Bhattarai, D. Biswas, Y. B Fu, B. Biligetu // *Agronomy*. – 2020. – V. 10. – P. 577.
305. Bian, X. Chiisanoside, a triterpenoid saponin, exhibits anti-tumor activity by promoting apoptosis and inhibiting angiogenesis / X. Bian, Y. Zhao, X. Guo et al. // *RSC Advances* . – 2017. – V. 7. (66). – P. 41640–41650.
306. Biazzi, E. GBS-based genome-wide association and genomic selection for alfalfa (*Medicago sativa*) forage quality improvement / E Biazzi, N. Nazzicari, L Pe-

cetti, P. Annicchiarico // The Model Legume *Medicago Truncatula*. – 2019. – P. – 923–927.

307. Biazzi, E. Genome-wide association mapping and genomic selection for alfalfa (*Medicago sativa*) forage quality traits / E. Biazzi, N. Nazzicari, L. Pecetti, P. Brummer // PLoS ONE. – 2017. – V. 12 (1).– P. 1–17.

308. Bingham, E.T. Genetics and cytology of an albino in a diploid hybrid of *Medicago sativa* and *Medicago falcata* / E.T. Bingham // Canad. J. Genet. And Cytol. – 1968 a. – 10. – № 2. – P. 357 – 361.

309. Bingham, E.T. Aneuploids in seedling population of tetraploids alfalfa *Medicago sativa* L. / E.T. Bingham // Crop. Sci. – 1968 b. – № 5. – P. 571–574.

310. Bingham, E.T. Genetic improvement for yield and fertility of alfalfa cultivars representing different eras of breeding / E.T. Bingham, J.B. Holland // Crop Sci. – 1994. – № 34.– P. 953–957.

311. Bingham, E.T. Complementary gene interactions in alfalfa are greater in autotetraploids than diploids / E.T. Bingham, R.W. Goose, D.R. Woodfield, K.K. Kidwell // Crop Sci. – 1994. – № 34.– P. 823–829.

312. Bingham, E.T. Improvement in two-allele autotetraploid populations of alfalfa explained by accumulation of favorable alleles / E.T. Bingham, D.R Woodfield // Crop Sci. – 1995. – V. 35– P. 988–994.

313. Bingham, E. The hybridization barrier between herbaceous *Medicago sativa* and woody *M. arborea* is weakened by reproductive abnormalities in *M. sativa* seed parents / E. Bingham, J. Irwin // Plants. – 2023. V. 12. – 962 p.

314. Boe, A. Alfalfa for Semiarid Regions in the Northern Great Plains: History and Additional Genetic Evaluations of Novel Germplasm / A. Boe, K.D Kephart, J.D. Berdahl, M.D. Peel et al. // Agronomy. – 2020. – V. 10. – P. 1686.

315. Bolton, J.L. Alfalfa / J.L. Bolton. – New-York. – 1962. – P. 453–459.

316. Borges, da Silva Modeling of genetics and field variation in plant breeding trials using relationship and different spatial methods: a simulation study of accuracy and bias / Borges da Silva, D. Éder, Xavier et al. // Agronomy. – 2021. – V. 11, №. 7. [Электронный ресурс]. – Код доступа: <https://doi.org/10.3390/agronomy11071397>

317. Breseghello, F. Traditional and Modern Plant Breeding Methods with Examples in Rice (*Oryza sativa* L.) / F. Breseghello // Journal of agricultural and food chemistry. – 2013. – V. 61, № 35. – P. 8277–8286.
318. Brummer, E.C. Capturing heterosis in forage crop cultivar development / E.C. Brummer // Crop Sci. – 1999. – V. 39. – P. 943–954.
319. Brummer, E.C. Genetic mapping of persistence in tetraploid alfalfa / E.C. Brummer, D.R. Viands, J.L. Hansen, J.G. Robins // Crop Sci. – 2008. – V. 48. – P. 1780–1786.
320. Brummer, E.C. Prevalence of segregation distortion in diploid alfalfa and its implications for genetics and breeding applications / E.C. Brummer, Y. Wei, X. Wang, Li. Theor // Appl. Genet. – 2011. – V. 123. – P. 667–679.
321. Burezq, H. Reproductive Ecology of Forage Alfalfa (*Medicago sativa* L.) / H. Burezq // Recent Advances. – 2021. – 23 p.
322. Busbice, T.H. Evaluation of the effectiveness of polycross and self-progeny test in increasing the yield of alfalfa synthetic varieties / T.H. Busbice et al. // Crop. Sci. – 1974. – V. 14, № 1. – P. 8–11.
323. Busbice, T.H. Evaluating parents and predicting performance of synthetic alfalfa / T.H. Busbice, J. Ramzy // Crop. Sci. – 1976. – № 1. – P. 1–23.
324. Cabrerizo, P.M. Continuous CO₂ enrichment leads to increased nodule biomass, carbon availability to nodules and activity of carbon-metabolising enzymes but does not enhance specific nitrogen fixation in pea / P.M. Cabrerizo, E.M. González, P.M. Aparicio-Tejo, C. Arrese-Igor // Physiol. Plant. – 2001. – V. 113. – P. 33–40.
325. Cane, H. Pollinating bees (Hymenoptera: Apiformes) of U.S. alfalfa compared for rates of pod and seed set / H. Cane // J. of Economic Entomology. – 2002. – V. 95(1). – P. 23–27.
326. Cardoso, D. Revisiting the phylogeny of Papilionoid legumes: New insights from comprehensively sampled early-branching lineages / D. Cardoso, L. Paganucci de Queiroz, R.T. Pennington, H. Cavalcante de Lima et al. // Amer. J. Bot. – 2012. – V. 99, №12. – P. 1991–2013.

327. Cardoso, D. A. Molecular phylogeny of the vataireoid legumes underscores floral evolvability that is general to many early-branching papilionoid lineages / D. Cardoso, L. Paganucci de Queiroz, H. Cavalcante de Lima et al. // Amer. J. Bot. – 2013. – V. 100, № 2. – P. 403–421.
328. Cecen, S. Impact of honeybee and bumblebee pollination on alfalfa seed yield / S. Cecen, F. Gurel, A. Karaca et al. // Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science. – 2008. – V. 58(1). – P. 77–81.
329. Chen, Y. A natural triterpenoid saponin as multifunctional stabilizer for drug nanosuspension powder / Y. Chen, Y. Liu, J. Xu et al. // AAPS Pharm. Sci. Tech. – 2017. – V. 18(7). – P. 2744–2753.
330. Chen, K. CRISPR. Cass genome editing and precision plant breeding in agriculture / K. Chen, Y. Wang, R Zhang, H. Zhang. // Annual review of plant biology journal. – 2019. – V. 70. – P. 667–697.
331. Cong, J-l. Modulation of protein Expression in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Root and Leaf Tissues by *Fusarium Proliferatum* / J-l. Cong, R-c. Long, J-m. Kang et al. // J. of integrative agriculture. – 2017. – V. 16(11). – P. 2558–2572.
332. Coon, R. E. Measuring motivation for alfalfa hay in feedlot cattle using voluntary interaction with an aversive stimulus / R. E. Coon, C. B Tucker // Dataset. – 2024. – <https://doi.org/10.25338/B8HW7R>. Датаобращения 13.04.2024г.
333. Cooper, D.C. Partial self-incompatibility and the Collapse of fertile ovules as factors affecting seed formation in alfalfa / Cooper, D.C, R.A. J Brink. // Agric. Res. – 1940. – № 40. – P. 34–43.
334. Cresswell, J. E. Estimating the potential for bee-mediated gene flow in genetically modified crop / Bee Pollination in Agricultural Ecosystems. – New York, NY, USA: Oxford University Press. – 2009. – P. 184–202.
335. Crossa, J. Genomic Selection in Plant Breeding: Methods, Models, and Perspectives / J. Crossa, P. Paulino, C. Jaime et al. // Trends in plant science. – 2017. – V. 22, № 11. – P.961–975.
336. Döring, T.F. Evolutionary Plant Breeding in Cereals–Into a New Era / T.F. Döring, S. Knapp, G. Kovacs et al. // Sustainability. – 2011. – V. 3. – P. 1944–1971.

337. Dumacheva, E.V. Particular qualities of micro evolutionary adaptation processes in cenopopulations *Medicago* L. on carbonate forest-steppe soils in European Russia / E.V. Dumacheva, V.I. Cheriavskih // Middle East Journal of Scientific Research. – 2013. – V. 17, № 10. – P. 1438–1442.

338. Dumacheva, E.V. Spatial pattern and age range of cenopopulations *Medicago* L. in the conditions of gullying of the southern part of the Central Russian Upland / E.V. Dumacheva, V.I. Cherniavskih., E.I. Markova et al. // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2015. – V. 6, № 6. – P. 1425–1429.

339. Dumacheva, E.V. Biological resources of the Fabaceae family in the cretaceous south of Russia as a source of starting material for drought-resistance selection / E.V. Dumacheva, V.I. Cherniavskih, A.A. Gorbacheva et al. // International Journal of Green Pharmacy. – 2018. – V. 12, № 2. – 354 p.

340. Dunbier, M.W. Maximizing heterozygosity in alfalfa: results using haploid-derived autotetraploid / M.W. Dunbier, E.T. Bingham // Crop Sci. – 1975. – V. 15. – P. 527–531.

341. Dzyubenko, N.I. Genetic resources of cultivated plants as the basis for Russia's food and environmental security / N.I. Dzyubenko // Herald of the Russian Academy of Sciences. – 2015. – V. 85, № 1. – P. 15–19.

342. Dzyubenko, N.I. Mutants of inflorescence development in alfalfa *Medicago sativa* L / N.I. Dzyubenko, E.A. Dzyubenko // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. – 2019. – V. 23, №. 6. – P. 700–707.

343. Eastwood, R.J. Adapting Agriculture to Climate Change: A Synopsis of Coordinated National Crop Wild Relative Seed Collecting Programs across Five Continents / R.J. Eastwood, B.B. Tambam, L.M. Aboagye, Z.I. Akparov et al. // Plants. – 2022. – V. 11. – P. 1840.

344. El-Dabae, W.H. Saponin-adjuvanted vaccine protects chickens against ve-logenic newcastle disease virus / W.H. El-Dabae, N.S. Ata, H.A. Hussein et al. // Archives of Virology. – 2018. – V. 163 (9). – P. 2423–2432.

345. El-Sharkawy, M. The reaction of alfalfa under salt stress to the use of potassium sulfate nanoparticles / El-Sharkawy, M., El-Beshsbeshy, T. Mahmoud et al. // American Journal of Plant Sciences. – 2017. – V. 8. – P. 1751–1773.
346. Fairey, D.T. Effects of fall dormancy of alfalfa on seed production at a northern latitude / D.T. Fairey, N.A. Fairey, L.P. Lefkovitch, A.C. Lieverse // Plant Genet. Resour.: Charact. and Util. – 2003. – V. 1, № 1. – P. 67–74.
347. Fasoula, V.A. Development of crop cultivars by honeycomb breeding / V.A. Fasoula, I.S Tokatlidis // Agron. Sustain. Dev. – 2012. – V. 32. – P. 161–180.
348. Gao, L.L. Characterization of pea aphid resistance in *Medicago truncatula* / L.L. Gao, J.P. Klingler, J.P. Anderson et al. // Plant Physiol. – 2008. – V. 146. – P. 996–1009.
349. Guo, S.M. Identification of distinct quantitative trait loci associated with defence against the closely related aphids *Acyrtosiphon pisum* and *A. kondoi* in *Medicago truncatula* / S.M. Guo, L.G. Kamphuis, L.L. Gao, J.P. Klingler // Exp. Bot. – 2012. – V. 63. – P. 3913–3922.
350. Harmanlioglu, O. Herbage Yield and Quality Traits of Different Alfalfa (*Medicago Sativa*) Cultivars / O. Harmanlioglu, M. Kaplan // Current Trends in Natural Sciences. – 2020. – № 9 (17). – P. 74–82.
351. Hassan, S.M. Haemolytic and antimicrobial activities of saponin-rich extracts from guar meal / S.M. Hassan, A.U. Haq, A.L. Cartwright et al // Food Chemistry. – 2010. – V. 119 (2). – P. 600–605.
352. Hawkins, C. Recent progress in alfalfa (*Medicago sativa* L.) genomics and genomic selection / C. Hawkins, L. X Yu // Crop Journal. – 2018. – V. 6(6). – P. 565–575.
353. Hill, R.R. Genotypes environment interaction analysis for yield in alfalfa / R.R. Hill, J.B. Baylor // Crop. Sci. – 1983. – V. 23, № 5. – P. 811–815.
354. Hill, R.R. Analysis of past resistance in alfalfa with a new autetraploid genetic model / R.R. Hill, J.H. Elgin. // Can. J. Genet. And Citolog. – 1985. – V. 27, № 1. – P. 39–46.

355. Holland, J. Genetic Improvement for Yield and Fertility of Alfalfa Cultivars Representing Different Eras of Breeding / J. Holland, E. Bingham // *Crop Sci.* – 1994. – V. 34. – P. 953–957.

356. Hrbáčková, M. Biotechnological Perspectives of Omics and Genetic Engineering Methods in Alfalfa. / M. Hrbáčková, P. Dvořák, T. Takáč et al. // *Frontiers in Plant Science.* – 2020. – V.11.

357. Humphries, A.W. Characterization and pre-breeding of diverse alfalfa wild relatives originating from drought-stressed environments Hughes Crop Science special issue Adapting agriculture to climate change / A.W. Humphries, C. Ovalle, S. Hughes // *A walk on the wild side.* – 2021. – V. 61 (1). – P. 69–88.

358. Huyghe, C. Construction of two genetic linkage maps in cultivated tetraploid alfalfa (*Medicago sativa*) using microsatellite and AFLP markers / C. Huyghe, T. Huguet, S. Santoni et al. // *B. BMC Plant Biol.* – 2003. – V.3. – P. 1–19.

359. Inostroza, L. C. Phenotypic diversity and productivity of *Medicago sativa* subspecies from drought-prone environments in Mediterranean type climates / L. Inostroza, S. Espinoza, V. Barahona et al. // *Plants.* – 2021. – V. 10. – 862 p.

360. Iriondo, J. Conserving Plant Genetic Diversity in Protected Areas: Population Management of Crop Wild Relatives / J. Iriondo, M.E. Dulloo // *CAB International Publishing, Wallingford.* – 2008. – P. 65–87.

361. Irwin, J. Review of Partial Hybrids between Herbaceous *Medicago sativa* and Woody *Medicago arborea* and Their Potential Role in Alfalfa Improvement / J. Irwin, E. Bingham // *Appl. Biosci.* – 2023. – V. 2. – P. 373–383.

362. Ivanova, N. Formation of productivity of pasture agrophytocenosis designed based on perennial ryegrass and festulolium under drained soils of upper Volga / N. Ivanova, E. Pavlyuchik, N. Ambrosimova et al. // *Nauka i studia.* – 2015. – V. 7. – P. 48–58.

363. Jia, C. Identification of genetic loci associated with crude protein and mineral concentrations in alfalfa (*Medicago sativa*) using association mapping / C. Jia, X. Wu, M. Chen et al. // *BMC Plant Biology.* – 2017. – V. 17(1). – P. 1–7.

364. Jiang, G. An expressed sequence tag SSR map of tetraploid alfalfa *Medicago sativa* L. / G. Jiang, I.M. Ray, M.K. Sledge // *Theor. Appl. Genet.* – 2005. – V. 111. – P. 980–992.
365. Jiang, J. Analysis of genetic diversity of salt-tolerant alfalfa germplasms / J. Jiang, B.L. Yang, T. Xia. // *Genet. Mol. Res.* – 2015. – V. 14. – P. 4438–4447.
366. Jones, J.D. The plant immune system / J.D. Jones, J.L. Dangl. // *Nature.* – 2006. – V. 444. – P. 323–329.
367. Julier, B. Construction of two genetic linkage maps in cultivated tetraploid alfalfa (*Medicago sativa*) using microsatellite and AFLP markers / B. Julier, S. Fajoulot, P. Barre // *BMC Plant Biol.* – 2003. – V. 3. – 9 p.
368. Kamova, A. Methods of increasing the productivity of various varieties and hybrids of variegated alfalfa in the conditions of arable farming biologization / A. I. Kamova, T. V. Stepanova, A. G. Orlova et al. // *Bio web of conferences: International Scientific and Practical Conference «Agrarian Science».* – Les Ulis: EDP Sciences, 2023. – P. 11001.
369. Kayce, P. The structure and cytotoxic activity of a new saponin: cephoside a from *Cephalaria elazigensis* var. *Purpurea* / P. Kayce, N. B. Sarikahya, S. Kirmizigül, et al. // *Turkish Journal of Chemistry*, 2017. – V. 41 (3). – P. 345–353.
370. Khadeeva, N.V. Genetic monitoring of populations of *Matthiola fragrans* (Bunge) using RAPD and AFLP analysis. / N.V. Khadeeva, S.V. Goriunova, A.A. Kochumova et al. // *Izv. Akad. Nauk. Ser. Biol.* – 2011. – Jul-Aug. – № 4. – P. 389–396.
371. Kidwell, K.K. Complementary gene interaction in alfalfa is greater in auto-tetraploids than diploid/ K.K. Kidwell, D.R. Woodfield, R.W. Groose et al. // *Crop Sci.* – 1994. – V. 34. – P. 823–829.
372. Klingler, J.P. Independent action and contrasting phenotypes of resistance genes against spotted alfalfa aphid and bluegreen aphid in *Medicago truncatula* / J.P. Klingler, O.R. Edwards, K.B. // *Singh, New Phytol.* – 2007. – V. 173. – P. 630–640.
373. Klingler, J.P. A single gene, AIN, in *Medicago truncatula* mediates a hypersensitive response to both bluegreen aphid and pea aphid, but confers resistance only

to bluegreen aphid / J.P. Klingler, R.M. Nair, O.R. Edwards, // Singh, K.B.J. *Exp. Bot.* – 2009. – V. 60. – P. 4115–4127.

374. Kramina, T.E. Genetic variation and hybridization between *Lotus corniculatus* L. and *L. stepposus* Kramina (Leguminosae) in Russia and Ukraine: evidence from ISSR marker patterns and morphology / T.E. Kramina // *Wulfenia*. – 2013. – V. 20. – P. 81–100.

375. Kumar, S. Biotechnological advancements in alfalfa improvement/ S. Kumar // *J. of Applied Genetics*. – 2011. – V. 52(2). – P. 111–124.

376. Kuznetsov, I. A. Identification of promising alfalfa varieties in conditions of the southern forest-steppe zone (Republic of Bashkortostan): a study of economic and biological characteristics / I. Kuznetsov, I. Asylbaev, A. Dmitriev // *Bot. Stud.* – 2022. – V. 63. – P. 31.

377. Lamb, J.F.S. Five decades of alfalfa cultivar improvement: Impact on forage yield, persistence and nutritive value / J.F.S. Lamb, C.C. Sheaffer, L.H. Rhodes et al. // *Crop Science*. – 2006. – V. 46. – P. 902–909.

378. Lamb, J.F. Alfalfa leaf protein and stem cell wall polysaccharide yields under hay and biomass management systems / J.F.S. Lamb, H.-J.G. Jung, C.C. Sheaffer, D.A. Samac // *Crop Sci. Society of America*. – 2007. – V. 47. – P. 1407–1415.

379. Lenaerts, B. Review: Improving Global Food Security through Accelerated Plant Breeding. / B. Lenaerts. C.Y.C. Bertrand, M. Demont // *Plant science*. – 2019. – V. 287. – P. 110–207.

380. Lesins, K. Investigation into seed setting of Lucerne at Ultuna, Sweden 1945–1949 / K. Lesins // *Ann. Rov. Agr. Coll. Sweden*. – 1950. – № 17. – 441 p.

381. Lesins, K. Inter specific crosses inf. cling alfalfa. 2. *Medicago cancellata* M.B.X. *Medicago sativa* L. / K. Lesins // *Can. J. Gen. Cyt. Ottawa*. – 1961. – № 3. – P. 123–125.

382. Li, X. Applied Genetics and Genomics in Alfalfa Breeding / X. Li, E.C. Brummer, // *Agronomy*. – 2012 a. – V. 2. – P. 40–61.

383. Li, X. Computer Simulation in Plant Breeding. / X Li, Z. Chengsong, W. Jiankang, Y. Jianming. // *Advances in agronomy*. – 2012 b. – V. 116. – P. 219–264.

384. Li, Y. Transcriptome Characterization and Differential Expression Analysis Of Disease-Responsive Genes In Alfalfa Leaves Infected By *Pseudopeziza medicaginis* / Y. Li, Y. Wang, Q. Yuan, H. Huang // *Euphytica*. – 2018. – V. 214. – № 7. – 126 p.
385. Li, C. Creation of novel barley germplasm using an *Epichloë* endophyte / C. Li, Z. Wang, T. Chen, Z. Nan // *Chin. Sci. Bull.* – 2021. – V. 66. – P. 2608–2617.
386. Lin, S. Genome-Wide Association studies identifying multiple loci associated with alfalfa forage quality // S. Lin, C.A. Medina, O.S. Norberg, D. Combs. // *Frontiers in Plant Science*. – 2021. – P. 1–15.
387. Liu, X. P. Genome-wide association mapping of loci associated with plant growth and forage production under salt stress in alfalfa (*Medicago sativa* L.) / X. P. Liu, L. X. Yu, // *Frontiers in Plant Science*. – 2017. – V. 8. – P. 1–13.
388. Liu, Y. Ethylene signaling is important for isoflavonoid-mediated resistance to *Rhizoctonia solani* in roots of *Medicago truncatula* / Y. Liu, S. Hassan, B.N. Kidd, G. Garg et al. // *Mol. Plant Microbe Interact.* – 2017. – V. 30. – P. 691–700.
389. Liu, X. Genetic Loci Associated with Salt Tolerance in Advanced Breeding Populations of Tetraploid Alfalfa Using Genome-Wide Association Studies / Liu, X., Hawkins, C., Peel, M. D., Yu, L // *The Plant Genome*. – 2019. – V. 12(1). – 18026 p.
390. Lorenzetti, F. Achieving potential herbage seed yield in species of temperate regions / F. Lorenzetti // In: *Proc. XVII. International Grassland Congress*. – 1993. – P. 1621–1628.
391. Louwaars, N.P. Plant Breeding and diversity a troubled relationship? / N.P. Louwaars // *Euphytica*. – 2018. – V. 214. – № 7. – P. 114.
392. Louwaars, N. Ethical and Societal Analysis for Biotechnological Methods in Plant Breeding / N. Louwaars, H. Jochemsen // *Agronomy*. – 2021. – V. 11. – № 6. – P. 1183.
393. Ma, K.W. Coordination of microbe-host homeostasis by crosstalk with plant innate immunity / K.W. Ma, Y. Niu, Y. Jia, J. Ordon // *Nature Plants*. – 2021. – V. 7. – № 6. – P. 814-825.
394. Ma, J. «King of the forage» – Alfalfa supplementation improves growth, reproductive performance, health condition and meat quality of pigs / J. Ma, W.

Huangfu, X. Yang, et al. // *Frontiers in Veterinary Science*. – 2022. – V. 9. – P. 1025942.

395. Medina, C. A. Genome-wide association and prediction of traits related to salt tolerance in autotetraploid alfalfa (*Medicago sativa* L.) / C.A. Medina, C. Hawkins, X.P. Liu, et al. // *International journal of molecular sciences*. – 2020. – V. 21. – №. 9. – P. 3361.

396. Medina, C.A. Strategies to Increase Prediction Accuracy in Genomic Selection of Complex Traits in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) / C.A. Medina, H. Kaur, I. Ray, L.X. Yu // *Cells*. – 2021. – V. 10. – №. 12. – P. 3372.

397. Mendes, R. Deciphering the rhizosphere microbiome for disease-suppressive bacteria / R. Mendes, M. Kruijt, I. de Bruijn, et al. // *Science*. – 2011. – V. 332. – №. 6033. – P. 1097–1100.

398. Milić, D. Heterotic response from a diallel analysis between alfalfa cultivars of different geographic origin / D. Milić, S. Katić, A. Mikić, Đ. Karagić // *Sustainable use of genetic diversity in forage and turf breeding*. – Springer Netherlands, 2010. – P. 551–556.

399. Milić, D. Genetic control of agronomic traits in alfalfa (*M. sativa* ssp. *sativa* L.) / D. Milić, S. Katic, Đ. Karagic, et al. // *Euphytica*. – 2011. – V. 182. – P. 25–33.

400. Misar, C.G. Establishment and persistence of yellow-flowered alfalfa no-till interseeded into crested wheatgrass stands / C.G. Misar, L. Xu, R.N. Gates et al. // *Agronomy Journal*. – 2016. – V. 108, № 1. – P. 141–150.

401. Mnafgui, W. Identification of genetic basis of agronomic traits in alfalfa (*Medicago sativa* subsp. *sativa*) using Genome Wide Association Studies / W. Mnafgui, C. Jabri, M. Sakiroglu et al. // *Journal of Oasis Agriculture and Sustainable Development*. – 2023. – V. 5, № 2. – P. 7–17.

402. Moreira, X. Plant domestication decreases both constitutive and induced chemical defences by direct selection against defensive traits / X. Moreira, L. Abdala-Roberts, R. Gols et al. // *Scientific reports*. – 2018. – V. 8, № 1. – P. 12678.

403. Mun, J. Distribution of microsatellites in the genome of *Medicago truncatula*: A resource of genetic markers that integrate genetic and physical maps / J. Mun, D. Kim, H. Choi et al. // *Genetics*. – 2006. – V. 172, № 4. – P. 2541–2555.

404. Munjal, G. Selection mapping identifies loci underpinning autumn dormancy in alfalfa (*Medicago sativa*) / G. Munjal, J. Hao, L. Teuber, E. C. Brummer, // *G3: Genes, Genomes, Genetics*. – 2018. – V. 8, № 2. – P. 461–468.

405. Nagl, N. Estimation of the genetic diversity in tetraploid alfalfa populations based on RAPD markers for breeding purposes / N. Nagl, K. Taski-Ajdukovic, G. Barac, A. Baburski et al. // *International journal of molecular sciences*. – 2011. – V. 12, № 8. – P. 5449–5460.

406. Nakano, Y. Genome-wide association studies of agronomic traits consisting of field- and molecular-based phenotypes / Y. Nakano, Y. Kobayashi // *Reviews in Agricultural Science*. – 2020. – V. 8. – P. 28–45.

407. Nakaya, A. Will genomic selection be a practical method for plant breeding / A. Nakaya, S.N. Isobe // *Annals of Botany*. – 2012. – V. 110 (6). – P. 1303–316.

408. Narasimhamoorthy, B. Quantitative trait loci and candidate gene mapping of aluminum tolerance in diploid alfalfa / B. Narasimhamoorthy, J.H. Bouton, K.M. Olsen et al. // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2007. – V. 114. – P. 901–913.

409. Noroozi, M. Efficacy of different herbicides on weed control, growth indices and forage yield in alfalfa (*Medicago sativa* L.) / M. Noroozi, M. R. Dadashi, F. Meighani, H. A. Norouzi // *Annali di Botanica*. – 2022. – V. 12. – P. 43–50.

410. Noël, D. Breeding perennial grasses for forage usage: An experimental assessment of trait changes in diploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars released in the last four decades / D. Noël, M. Ghesquière, C. Galbrun et al. // *Field Crops Research*. – 2011. – V. 123, № 2. – P. 117–129.

411. Norberg, S. Identification of genetic loci associated with forage quality in response to water deficit in autotetraploid alfalfa / S. Norberg, L.X. Yu // *BMC Plant Biology*. – 2020. – V. 20, № 1. – P. 1–18.

412. Pankjw, P. Characteristics of alfalfa flowers and their effects on seed production / P. Pankjw, J.L. Bolton // *Canad. J. of Plant Sci.* – 1965. – V. 45, № 4. – P. 333–342.

413. Putman, D.H. Alfalfa production systems in California / D.H. Putnem, G.C. Summers, S.B. Orloff // *Irrigated Alfalfa management for Mediterranean and Desert Zones.* – 2007. – Код доступа:

https://alfalfa.ucdavis.edu/irrigatedalfalfa/pdfs/ucalfalfa8287prodsystems_free.pdf.

Дата обращения: 17.08.2024 г.

414. Pedersen, M.W. Preliminary studies on breeding alfalfa for seed production in Utah / M.W. Pedersen // *Agr. J.* – 1953. – № 45. – P. 179–182.

415. Pfeilmeier, S. Expression of the *Arabidopsis thaliana* immune receptor EFR in *Medicago truncatula* reduces infection by a root pathogenic bacterium, but not nitrogen-fixing rhizobial symbiosis // *Plant biotechnology J.* – 2019. – V. 17, № 3. – P. 569–579.

416. Pierre, J.B. A constans-like gene candidate that could explain most of the genetic variation for flowering date in *Medicago truncatula* / J.B. Pierre, M. Bogard, Herrmann et al. // *Molecular Breeding.* – 2011. – V. 28. – P. 25–35.

417. Popovic, S. Protein and fiber contents in alfalfa leaves and stems / S. Popovic, S. Grljusic et al. // *Quality in Lucerne and Medics for Animal Production* (Eds.: I. Delgado and J. Lloveras). – 2001. – V. 45. – P. 215–218.

418. Radovic, J. Alfalfa – most important perennial forage legume in animal husbandry / J. Radovic, D. Sokolovic, J. Markovic // *Biotechnology in Animal Husbandry.* – 2009. – V. 25, № 5-6-1. – P. 465–475.

419. Ray, I.M. Identification of quantitative trait loci for alfalfa forage biomass productivity during drought stress / I.M. Ray, Y. Han, E. Lei et al. // *Crop Science.* – 2015. – V. 55, №. 5. – P. 2012–2033.

420. Raza, A. Smart reprogramming of plants against salinity stress using modern biotechnological tools / A. Raza, J. Tabassum, A.Z. Fakhar, J. Fakhar et al. // *Critical Reviews in Biotechnology.* – 2023. – V. 43, №. 7. – P. 1035–1062.

421. Riday, H. Forage yield heterosis in alfalfa Brummer EC (2002). // *Crop Science*. – 2002. – V. 42, № 3. – P. 716–723.
422. Robins, J. G. Genetic mapping of biomass production in tetraploid alfalfa / J.G. Robins, D. Luth, I.A. Campbell; Bauchan, G.R.; He, C.L.; Viands, D.R.; Hansen, J.L.; Brummer, E.C. // *Crop science*. – 2007. – V. 47, № 1. – P. 1–10.
423. Robins, J. G. Genetic mapping forage yield, plant height, and regrowth at multiple harvests in tetraploid Alfalfa (*Medicago sativa* L.) / J.G. Robins, G.R. Bauchan, E.C. Brummer // *Crop science*. – 2007. – V. 47, № 1. – P. 11–18.
424. Rosellini, D. Quantitative ovule sterility in *Medicago sativa*. Theoretical and Applied Genetics / D. Rosellini, F. Lorenzetti, E.T. Bingham // *Theoretical and Applied Genetics*. – 1998. – V. 97. – P. 1289–1295.
425. Roy, S. Celebrating 20 Years of Genetic Discoveries in Legume Nodulation and Symbiotic Nitrogen Fixation / W. Liu, R.S. Nandety; A.D. Crook et al. // *The Plant Cell*. – 2020. – V. 32, № 1. – P. 15–41.
426. Sakiroglu, M. Estimating genome size and confirming ploidy levels of wild tetraploid alfalfa accessions (*Medicago sativa* subsp.× *varia*) / M. Sakiroglu, M.M. Kaya // *Turkish Journal of Field Crops*. – 2012. – V. 17, № 2. – P. 151–156.
427. Sakiroglu, M. Identification of loci controlling forage yield and nutritive value in diploid alfalfa using GBSGWAS / M. Sakiroglu, E.C. Brummer // *Theoretical and applied genetics*. – 2017. – V. 130. – P. 261–268.
428. Sakiroglu, M. Inferring population structure and genetic diversity of broad range of wild diploid alfalfa (*Medicago sativa* L.) accessions using SSR markers / M. Sakiroglu, J.J. Doyle, E C. Brummer // *Theoretical and applied genetics*. – 2010. – V. 121. – P. 403–415.
429. Şakiroğlu, M. Inferring population structure and genetic diversity of broad range of wild diploid alfalfa (*Medicago sativa* L.) accessions using SSR markers / M. Şakiroğlu, J.J. Doyle, E. Charles Brummer // *Theoretical and applied genetics*. – 2010. – V. 121. – P. 403–415.

430. Şakiroğlu, M. *Medicago sativa* species complex: Revisiting the century old problem in the light of molecular tools / M. Şakiroğlu, D. Lhan, // *Crop Science*. – 2021. – V. 61, № 2. – P. 827–838.
431. San-Cristobal, R. Appraisal of Gene-Environment Interactions in GWAS for Evidence-Based Precision Nutrition Implementation / J de Toro-Martín, M.C. Vohl, (2022). // *Current Nutrition Reports*. – 2022. – V. 11, № 4. – P. 563–573.
432. Schie, C.V. How to Be a Good Host / C.V. Schie, F. Takken, // *Annual review of phytopathology*. – 2014. – V. 52. – P. 551–581.
433. Scotti, C. Creation of heterotic groups and hybrid varieties. In: Cristian Huyghe (ed) *Sustainable use of genetic diversity in forage and turf breeding* / C. Scotti, E.C. Brummer // Springer. – 2010. – Ch.75 – P. 509–518. DOI
434. Sebahattin, A. An Investigation on Improved Source Population for the Alfalfa (*Medicago Sativa* L.) Breeding / A. Sebahattin, M. Oten, M. Turk, M. Alagöz // *Legume Research-An International Journal*. – 2018. – V. 41, № 6. – P. 828–832.
435. Shen, C. The chromosome Level Genome Sequence of the Autotetraploid Alfalfa and Resequencing of Core Germplasms Provide Genomic Resources for Alfalfa Research / C. Shen, H. Du, Z. Chen, H. Lu et al. // *Molecular Plant*, – 2018. – № 13(9). – P. 1250–1261.
436. Shi, H. Constitutive expression of a group 3 LEA protein from *Medicago falcata* (MfLEA3) increases cold and drought tolerance in transgenic tobacco / H. Shi, X. He, Y. Zhao et al. // *Plant Cell Reports*. – 2020. – V. 39. – P. 851–860.
437. Shi, S. The Current Status, Problems, and Prospects of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Breeding in China / S. Shi, L. Nan; K.F. Smith. // *Agronomy*. – 2017. – V. 7, № 1. – P. 1.
438. Shukla, P.R. IPCC. *Climate Change Mitigation of Climate Change*. In *Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* / P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade et al. // Cambridge University Press: Cambridge, UK; New York, NY, USA. – 2022. –1435 p.

439. Simko, I. Combining Partially Ranked Data in Plant Breeding and Biology: I. Rank Aggregating Methods / I. Simko, D.A. Pechenick // Communications in Biometry and Crop Science. – 2010 – V. 5, № 1. – P. 41–55.

440. Singer, S.D. Potential effects of a high CO₂ future on leguminous species / S.D. Singer, S. Chatterton, R.Y. Soolanayakanahally, U. Subedi et al // Plant-Environment Interactions. – 2020. – V. 1, № 2. – P. 67–94.

441. Singer, S.D. Identification of Differential Drought Response Mechanisms in *Medicago sativa* subsp. *sativa* and *falcata* through Comparative Assessments at the Physiological, Biochemical, and Transcriptional Levels / S.D. Singer, U. Subedi, M. Lehmann et al. // Plants. – 2021. – V. 10, № 10. – P. 2107.

442. Sinskaya, E.N. Phylogenetic taxonomy as a basis for genetic and breeding work – illustrated by *Medicago* (Preliminary Communication) / E.N. Sinskaya // Zeitschrift für Induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. – 1940. – V. 78. – P. 399–417.

443. Small, E. Alfalfa and relatives: evolution and classification of *Medicago* / E. Small. – Ottawa, Ontario, // NRC Research Press – 2011. – P. 727

444. Solozhentseva, L.F. Alfalfa breeding to increase productivity, disease resistance / L. F. Solozhentseva, Y. M. Piskovatsky, M. V. Lomov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing – 2021. – P. 012012.

445. State Agriculture Overview, 2023. Код доступа: https://www.nass.usda.gov/Quick_Stats/Ag_Overview/stateOverview.php?state=MICHIGAN. – Дата обращения 22.02.2024 г.

446. Steele, K. Phylogeny and character evolution in *Medicago* (Leguminosae): Evidence from analyses of plastid TRN / MatK and nuclear GA 30x1 sequences // K. Steele, S.M. Ickert-Bond, S. Zarre, M. Wojciechowski // American Journal of Botany. – 2010. – V. 97, № 7. – P. 1142–1155.

447. Stefanova, G. Expression of recombinant human lactoferrin in transgenic alfalfa plants / G. Stefanova, S. Slavov, K. Gecheff, M. Vlahova et al. // Biologia plantarum. – 2013. – V. 57. – P. 457–464.

448. Steppuhn, H. Inherent responses to root-zone salinity in nine alfalfa populations / H. Steppuhn, S.N. Acharya, A.D. Iwaasa // Canadian Journal of Plant Science. – 2012. – V. 92, № 2. – P. 235–248.

449. Steuckardt, R. Ergebnisse über den Einsatz von Hanigbienen bei der züchtung und in Samenbau fremdbefuchtender Pflanzenarten // Mitteilung. Der Zentralen Sozialistischen Arbeitgemeinschaft «Bienezucht». – 1966. – № 5. – P. 27–40.

450. Streltsina, S. A. Comparative analysis of intra-population variability of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and Eastern goat (Galega orientalis L.) by biochemical quality traits / S.A. Streltsina, M.A. Zhukova, E.V. Chachko, N.I. Dzyubenko et al. // Agricultural biology. – 2001. – V. 5. – P. 37–47.

451. Strickler, K. Impact of flower standing crop and pollinator movement on alfalfa seed yield // Environmental Entomology – 1999. – V. 28, № 6. – P. 1067–1076. <https://doi.org/10.1093/ee/28.6.1067>

452. Strizhov, N. A synthetic cryIC gene, encoding a *Bacillus thuringiensis* δ endotoxin, confers *Spodoptera* resistance in alfalfa and tobacco / N. Strizhov, M. Keller, J. Mathur, Z. Koncz-Kálmán et al. // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 1996. – V. 93, № 26. – P. 15012–15017.

453. Teuber, L. R. Alfalfa Germplasm in the United States: Genetic Vulnerability Use Improvement and Maintenance / L.R. Teuber, W.H. Skrdla, D.F. Beard et al. // Department of Agriculture, Agricultural Research Service. – 1977. – № 1571. https://books.google.ru/books/content?id=xowoAAAAYAAJ&hl=ru&pg=PA1297&img=1&zoom=3&sig=ACfU3U32mTjBI2oISOT_QfHz5e-GUqMtNA&w=1025 Assessed: 23.02.2024.

454. Thomas, J. Introduction and expression of an insect proteinase inhibitor in alfalfa (*Medicago sativa* L.) / J. Thomas, C. Wasmann, C. Echt, R. Dunn et al. // Plant Cell Reports. – 1994. – V. 14. – P. 31–36.

455. Tiwari, R. Precision phenotyping for mapping of traits for abiotic stress tolerance in crops / R. Tiwari, H.M. Mamrutha, R. Salar et al. // In Biotechnology: Prospects and Applications; New Delhi : Springer India, 2013 – P. 79–85.

456. Torke, B. A phylogenetically based sectional classification of *Swartzia* (Leguminosae – Papilionoideae) / B. Torke, B.M. Mansano // *Taxon*, 2009. – V. 58. – № 3. – P. 913–924.
457. Tucak, M. Improvement of Forage Nutritive Quality of Alfalfa and Red Clover through Plant Breeding Ravlić / M. Tucak, M. Horvat, D. Čupić // *Agronomy*. – 2021. – V. 11, № 11. – P. 2176.
458. Tussipkan, D. Alfalfa (*Medicago Sativa* L.): Genotypic Diversity and Transgenic Alfalfa for Phytoremediation / D. Tussipkan, S. Manabayeva // *Frontiers in Environmental Science*. – 2022. – V. 10. – P. 828257.
459. Udvardi, M. Transport and Metabolism in Legume-Rhizobia Symbioses / M. Udvardi, P.S. Poole // *Annual review of plant biology*. – 2013. – V. 64. – P. 781–805.
460. Van de Wouw, M. Genetic diversity trends in twentieth century crop cultivars: a meta-analysis // M. Van de Wouw, T. C. Van Hintum, R. Kik // *Theoretical and applied genetics*. – 2010. – V. 120. – P. 1241–1252.
461. Veronesi, F. Alfalfa / F. Veronesi, E.C. Brummer, C. Huyghe // *Fodder crops and amenity grasses*. – 2010. – P. 395–437.
462. Veronesi, F. Seed yield selection in *Medicago sativa* L. and correlated responses affecting dry matter yield / F. Veronesi, M. Falcinelli // *Plant breeding*. – 1987. – V. 99, № 1. – P. 77–79.
463. Veronesi, F. Lucerne breeding in Europe: results and research strategies for future developments / F. Veronesi, C. Huyghe // *Pastos*. – 2006. – V. 36, № 2. – P. 143–158.
464. Vogel, A. Separating drought effects from roof artifacts on ecosystem processes in a grassland drought experiment / A. Vogel, N. Eisenhauer, A. Weigelt, et al. // *PloS one*. – 2013. – V. 8, № 8. – P. e70997.
465. Volenec, J.J. Physiological genetics of alfalfa improvement: Past failures, future prospects / J.J. Volenec, S.M. Cunningham, D.M. Haagenson et al. // *Field Crops Research*. – 2002. – V. 75, № 2-3. – P. 97–110.

466. Wang, Z. Development of simple sequence repeat markers and diversity analysis in alfalfa (*Medicago sativa* L.) / Z. Wang, H. Yan, X. Fu et al. // Molecular biology reports. – 2013. – V. 40. – P. 3291-3298.
467. Wang, Z. Development and characterization of Simple Sequence Repeat (SSR) markers based on RNA-sequencing of *Medicago sativa* and *in silico* mapping onto the *M. truncatula* genome / G. Yu, B. Shi, Wang X., Qiang H., Gao H. // PLoS One. – 2014. – V. 9, № 3. – P. e92029.
468. Wang, Z.A. A genome-wide association study approach to the identification of candidate genes underlying agronomic traits in alfalfa (*Medicago sativa* L.) / Z. Wang, X. Wang, H. Zhang et al. // Plant biotechnology journal. – 2020. – V. 18, № 3. – P. 611.
469. Wen, Y.J. Methodological implementation of mixed linear models in multi-locus genome-wide association studies. Briefings in Bioinformatics / Y.J. Wen, H. Zhang, Y.L. Ni et al. // Briefings in bioinformatics. – 2018. – V. 19, № 4. – P. 700–712.
470. Wiersma, D.W. Lack of alfalfa yield progress in the Midwest Undersander // D.W. Wiersma, DJ, Lauer, CR. Grau //Central Alfalfa Improvement Conf. Abstracts. La-Crosse. – 1997. – P. 16–18.
471. Wojciechowski, M.F. A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family / M. F. Wojciechowski, M. Lavin, M.J. Sanderson // Amer. J. Bot, 2004. – V. 91. №11. – P. 1846–1862.
472. Xiao, Q. Advanced high-throughput plant phenotyping techniques for genome-wide association studies: A review / Q. Xiao, X. Bai, C. Zhang, Y. He // Journal of advanced research. – 2022. – V. 35. – P. 215–230.
473. Xu, H. Response of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) to Abrupt Chilling as Reflected by Changes in Freezing Tolerance and Soluble Sugars / H. Xu, Z. Tong, F. He, X. Li // Agronomy. – 2020. – V. 10, № 2. – P. 255.
474. Xu, L. Distribution and productivity of naturalized alfalfa in mixed-grass prairie / L. Xu, A. Boe, P.S. Johnson et al. //American Journal of Plant Sciences. – 2019. –V. 10, № 6. – P. 1030.

475. Yang, Q. Genome-Wide Association Analysis Coupled With Transcriptome Analysis Reveals Candidate Genes Related to Salt Stress in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) / Q. Yang, J. Kang, L. Chen, // *Frontiers in Plant Science*. – 2022 – V. 12. – P.1–12.
476. Yu, L.X. Genome-wide association study identifies loci for salt tolerance during germination in autotetraploid alfalfa (*Medicago sativa* L.) using genotyping-by-sequencing / L.X. Yu, X. Boge, X.P. Liu // *Frontiers in plant science*. – 2016. – V. 7. – P. 956.
477. Yu, L.X. Identification of single-nucleotide polymorphic loci associated with biomass yield under water deficit in alfalfa (*Medicago sativa* L.) using genome-wide sequencing and association mapping / L.X. Yu // *Frontiers in plant science*. – 2017. – V. 8. – P. 1152.
478. Yu, L.X. Genotyping-by-sequencing-based genome-wide association studies on *Verticillium* wilt resistance in autotetraploid alfalfa (*Medicago sativa* L.) / L.X. Yu, P. Zheng, T. Zhang et al. // *Molecular plant pathology*. – 2017. – V. 18, № 2. – P. 187–194.
479. Yuegao, H. Global status and development trends of alfalfa / H. Yuegao, D. Cash // U: Alfalfa management guide for Ningxia. United Nations Food Agriculture Organization. – 2009. – P. 1–14.
480. Zamir, D. Where have all the crop phenotypes gone? / D. Zamir // *PLoS Biology*. – 2013. – V. 11, № 6. – P. e1001595.
481. Zhang, F. Construction of high-density genetic linkage map and mapping quantitative trait loci (QTL) for flowering time in autotetraploid alfalfa (*Medicago sativa* L.) using genotyping by sequencing / F. Zhang, J. Kang, R. Long, L.X Yu et al. // *The Plant Genome*. – 2020. – V. 13, № 3. – P. e20045.
482. Zhang, Y. Functional Analysis of ScABI3 from *Syntrichia caninervis* Mitt. in *Medicago sativa* L. / Y. Zhang, C. Wang, M. Huang, Y. Zhang // *Agronomy*. – 2022. – V. 12, № 9. – P. 2238.

483. Zhang, R.Y. Photosynthetic Gains in Super-Nodulating Mutants of *Medicago truncatula* under Elevated Atmospheric CO₂ Conditions / R.Y. Zhang, B. Massey, U. Mathesius, V.C. Clarke // *Plants*. – 2023 a. – V. 12, № 3. – P. 441.

484. Zhang, T. Identification of loci associated with drought resistance traits in heterozygous autotetraploid alfalfa (*Medicago sativa* L.) using genome-wide association studies with genotyping by sequencing / T. Zhang, L. Yu, X., P. Zheng, Y. Li, M. Rivera et al. // *Plants*. – 2023 b. – V. 12, № 3. – P. 441.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Дополнительный материал по первичному изучению и созданию исходного материала для селекции на семенную продуктивность люцерны изменчивой в условиях Среднего Урала

Приложение А.1 – Характеристика семенной продуктивности сортов и селекционных образцов люцерны, перспективных как исходный материал для селекции на семенную продуктивность в условиях Среднего Урала (1991-1993 гг.)

| Сорта, селекционные образцы | Семенная продуктивность, г/ раст. | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|------|------|-----------|
| | 1991 | 1992 | 1993 | В среднем |
| Красноуфимская 6 (St) | 7,3 | 5,2 | 2,3 | 4,9 |
| Appollo II | 7,5 | 7,7 | 2,3 | 5,8 |
| Bayard | 3,3 | 8,9 | 5,7 | 6,0 |
| C. Scandia | 4 | 8,6 | 6,1 | 6,2 |
| Cassack | 10 | 8,2 | 6,5 | 8,2 |
| Ellerslaie 1 | 29,5 | 19,6 | 11,3 | 20,1 |
| Jew | 3,1 | 9 | 5 | 5,7 |
| Resistador | 4,2 | 5,9 | 4,6 | 4,9 |
| Ron | 2,5 | 7,7 | 5,2 | 5,1 |
| Терах | 2,1 | 8,3 | 4,9 | 5,1 |
| Vela | 29,2 | 19,9 | 19,1 | 22,7 |
| Бийская 3 | 3,1 | 7,9 | 6 | 5,7 |
| Бируте | 4,9 | 6,5 | 6,5 | 6,0 |
| Жидруне | 4,7 | 7,3 | 5,5 | 5,8 |
| Зарница | 11,8 | 6,6 | 4,9 | 7,8 |
| Йыгева 118 | 22,5 | 19,6 | 9,9 | 17,3 |
| Казанская 64/95 | 2,3 | 6,4 | 6,1 | 4,9 |
| Камалинская 530 | 20,3 | 18,6 | 9,8 | 16,2 |
| Камалинская 930 | 13,1 | 8,6 | 6,1 | 9,3 |
| Киевская пестрогибридная | 4,9 | 5,2 | 4,8 | 5,0 |
| Марусинская 425 | 12,3 | 8,1 | 5,6 | 8,7 |
| Местная (к-39976) | 3,1 | 9 | 4,5 | 5,5 |
| Местная (к-39099) | 4,4 | 6,1 | 5,3 | 5,3 |
| Местная (к-32860) | 6,1 | 5,6 | 4,1 | 5,3 |
| Местная (к-32865) | 20,3 | 19,6 | 9,8 | 16,6 |
| Местная (к-33740) | 2,3 | 7,7 | 5,6 | 5,2 |
| Местная (к-33741) | 2,9 | 7,3 | 4,5 | 4,9 |
| Местная (к – 21368) | 4,3 | 8,3 | 4,9 | 5,8 |
| Местная (к – 722) | 4,1 | 6,2 | 4,7 | 5,0 |
| Местная (к- 41289) | 4,2 | 8,9 | 5,6 | 6,2 |
| Местная (к- 41359) | 4,3 | 5,1 | 5,7 | 5,0 |
| Местная (к-28902) | 4,5 | 8,6 | 6,5 | 6,5 |
| Надежда | 4,9 | 5,6 | 4,2 | 4,9 |

| | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|
| Омская 8893 | 13,4 | 8,8 | 5,3 | 9,2 |
| Онохойская 6 | 12,1 | 7,5 | 4,5 | 8,0 |
| Оранжевая 115 | 5,3 | 6,7 | 5,2 | 5,7 |
| Вега 87 | 22,1 | 19,9 | 12,2 | 18,1 |
| Скриверу | 11,3 | 8,4 | 6 | 8,6 |
| Славянская местная | 9,3 | 14,8 | 4,2 | 9,4 |
| Сретенская 77 | 3,2 | 7,5 | 6,5 | 5,7 |
| СФА-21 | 4,1 | 5,7 | 5,2 | 5,0 |
| Таежная | 21,3 | 23,2 | 9,9 | 18,1 |
| Уральская синяя | 8,3 | 5,6 | 5,6 | 6,5 |
| Усть-Кан (к-5910) | 5,4 | 5,2 | 4,5 | 5,0 |
| Флора | 4,1 | 6,2 | 4,8 | 5,0 |
| Флора 4 | 3,6 | 5,6 | 5,8 | 5,0 |
| AU-PX | 22,3 | 18,1 | 13,2 | 17,9 |
| Тулунская гибридная | 10,8 | 8,1 | 7,7 | 8,9 |
| Alfa II | 29,6 | 20,8 | 15,9 | 22,1 |
| Alfa | 23,9 | 18,6 | 16,1 | 19,5 |

Приложение А.2 – Характеристика зимостойкости сортов и селекционных образцов люцерны, перспективных как исходный материал для селекции на семенную продуктивность в условиях Среднего Урала

| Сорта, селекционные образцы | Ежегодная гибель растений, % | | | |
|-----------------------------|------------------------------|------|------|-------|
| | 1991 | 1992 | 1993 | Всего |
| Красноуфимская 6 (St) | 5 | 5 | 8 | 18,0 |
| Appollo II | 11 | 5 | 17 | 32,9 |
| Bayard | 18 | 3 | 13 | 34,2 |
| C. Scandia | 12 | 5 | 20 | 37,0 |
| Cassack | 14 | 6 | 14 | 34,0 |
| Ellerslaie 1 | 6 | 6 | 12 | 24,0 |
| Jew | 11 | 8 | 15 | 34,0 |
| Resistador | 13 | 8 | 9 | 30,0 |
| Ron | 10 | 8 | 14 | 32,0 |
| Terax | 13 | 5 | 9 | 27,0 |
| Vela | 18 | 4 | 21 | 43,0 |
| Бийская 3 | 7 | 2 | 4 | 13,0 |
| Бируте | 10 | 3 | 14 | 27,0 |
| Жидруне | 4 | 7 | 21 | 32,0 |
| Зарница | 12 | 5 | 10 | 27,0 |
| Йыгева 118 | 7 | 3 | 17 | 27,0 |
| Казанская 64/95 | 9 | 1 | 1 | 11,0 |
| Камалинская 530 | 3 | 5 | 10 | 18,0 |
| Камалинская 930 | 4 | 4 | 7 | 15,0 |
| Киевская пестрогибридная | 9 | 2 | 8 | 19,0 |
| Марусинская 425 | 8 | 5 | 9 | 22,0 |
| Местная (к-39976) | 8 | 10 | 14 | 32,0 |
| Местная (к-39099) | 7 | 12 | 17 | 36,0 |
| Местная (к-32860) | 11 | 7 | 9 | 27,0 |
| Местная (к-32865) | 8 | 10 | 12 | 29,8 |
| Местная (к-33740) | 8 | 5 | 7 | 20,0 |
| Местная (к-33741) | 7 | 4 | 8 | 19,0 |
| Местная (к – 21368) | 8 | 3 | 7 | 18,0 |
| Местная (к – 722) | 10 | 3 | 18 | 30,7 |
| Местная (к- 41289) | 12 | 6 | 14 | 32,0 |
| Местная (к- 41359) | 11 | 6 | 13 | 30,0 |
| Местная (к-28902) | 5 | 3 | 6 | 14,0 |
| Надежда | 8 | 2 | 5 | 15,0 |
| Омская 8893 | 9 | 0 | 1 | 10,0 |
| Онохойская 6 | 7 | 2 | 3 | 12,0 |
| Оранжевая 115 | 8 | 2 | 3 | 13,0 |
| Вега 87 | 6 | 3 | 8 | 17,0 |
| Скриверу | 7 | 4 | 9 | 20,0 |

| | | | | |
|---------------------|----|---|----|------|
| Славянская местная | 8 | 2 | 6 | 16,0 |
| Сретенская 77 | 7 | 3 | 6 | 16,0 |
| СФА-21 | 6 | 7 | 18 | 31,0 |
| Таежная | 9 | 4 | 12 | 24,8 |
| Уральская синяя | 8 | 2 | 9 | 19,0 |
| Усть-Кан (к-5910) | 6 | 4 | 7 | 17,0 |
| Флора | 8 | 2 | 4 | 14,0 |
| Флора 4 | 4 | 5 | 7 | 16,0 |
| AU-PX | 11 | 3 | 7 | 21,0 |
| Тулунская гибридная | 7 | 4 | 7 | 18,1 |
| Alfa II | 9 | 8 | 15 | 31,5 |
| Alfa | 10 | 8 | 12 | 30,0 |

**Приложение Б. Дополнительный материал по оценке семенной
продуктивности созданных селекционных образцов люцерны изменчивой
с высокой самофертильностью**

Приложение Б.1 – Зимостойкость сортов и селекционных образцов в селекционном питомнике №1 (СП-1), посев 2004 г.

| Сорта, селекционные образцы | Зимостойкость, % по годам исследований | | | | | ± к st | % к st |
|---------------------------------|--|------|------|------|---------|--------|--------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | среднее | | |
| Сарга – st | 95,0 | 90,2 | 86,8 | 85,7 | 89,4 | - | - |
| Уралочка | 96,0 | 90,0 | 86,0 | 84,9 | 89,2 | -0,2 | 99,8 |
| 20-89 Н | 93,0 | 90,3 | 87,1 | 85,4 | 89,0 | -0,5 | 99,5 |
| 27-86 | 94,0 | 88,2 | 84,6 | 83,6 | 87,6 | -1,8 | 98,0 |
| 193-95 | 95,0 | 89,1 | 85,2 | 85,4 | 88,7 | -0,7 | 99,2 |
| 30- 1 | 95,0 | 89,6 | 84,7 | 83,6 | 88,2 | -1,2 | 98,7 |
| 101-2 | 95,0 | 89,2 | 85,6 | 84,2 | 88,5 | -0,9 | 99,0 |
| 193-95з-д | 92,0 | 86,1 | 85,8 | 84,8 | 87,2 | -2,3 | 97,5 |
| 1- 3 | 94,0 | 89,2 | 85,4 | 84,0 | 88,2 | -1,3 | 98,6 |
| 118-2 | 94,0 | 88,2 | 84,8 | 83,1 | 87,5 | -1,9 | 97,9 |
| Ellerslaie 1 | 89,0 | 83,5 | 80,5 | 73,2 | 81,6 | -7,9 | 91,2 |
| С-302 F ₃ , 03 г. | 90,0 | 83,1 | 78,8 | 70,5 | 80,6 | -8,8 | 90,1 |
| С 13-10 F ₂ , 03 г. | 89,0 | 83,0 | 79,1 | 71,4 | 80,6 | -8,8 | 90,2 |
| С 3-8 F ₂ , 03 г. | 92,0 | 82,4 | 80,2 | 75,3 | 82,5 | -6,9 | 92,2 |
| П 143 F ₂ , 01 г. | 90,0 | 82,8 | 80,7 | 74,7 | 82,1 | -7,4 | 91,8 |
| П-276 F ₂ , 03 г. | 91,0 | 83,7 | 79,5 | 70,2 | 81,1 | -8,3 | 90,7 |
| П-264 F ₃ , 03 г. | 89,0 | 82,3 | 78,0 | 71,3 | 80,2 | -9,3 | 89,6 |
| П276-1656 F ₂ , 01г | 91,0 | 83,4 | 79,4 | 72,2 | 81,5 | -7,9 | 91,1 |
| П 887 –1 F ₃ , 03 г. | 90,0 | 82,4 | 78,1 | 74,7 | 81,3 | -8,1 | 90,9 |
| П 85 – 044, F ₃ | 84,0 | 79,6 | 76,4 | 73,8 | 78,5 | -11,0 | 87,7 |
| С 344 F ₃ , 01 г. | 90,0 | 79,4 | 76,1 | 74,1 | 79,9 | -9,5 | 89,3 |
| Белорусская | 85,0 | 83,1 | 74,3 | 70,2 | 78,2 | -11,3 | 87,4 |
| РП – 196/1300 | 89,0 | 85,4 | 81,4 | 75,3 | 82,8 | -6,6 | 92,6 |
| Сибирская 8 | 89,0 | 86,2 | 82,8 | 76,4 | 83,6 | -5,8 | 93,5 |
| Тулунская гибрид | 91,0 | 87,4 | 79,2 | 73,2 | 82,7 | -6,7 | 92,5 |
| В среднем | 91,3 | 85,5 | 81,6 | 77,6 | 84,0 | -5,4 | 94,0 |
| НСР ₀₅ | 2,4 | 3,4 | 3,7 | 5,9 | 2,8 | - | - |

Приложение Б.2 – Урожайность семян люцерны в селекционном питомнике №1 (СП 1), посев 2004 г.

| Сорта, селекционные образцы | Урожайность семян, г /10 м ² | | | | | ± к st | % к st |
|---------------------------------|---|-------|-------|------|---------|--------|--------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | среднее | | |
| Сарга – st | 881 | 625 | 857 | 105 | 617,0 | - | - |
| Уралочка | 1012 | 500 | 679 | 86 | 569,3 | -47,7 | 92,3 |
| 20-89 Н | 1113 | 762 | 488 | 126 | 622,3 | 5,2 | 100,9 |
| 27-86 | 893 | 851 | 726 | 95 | 641,3 | 24,2 | 103,9 |
| 193-95 | 834 | 783 | 702 | 91 | 602,5 | -14,5 | 97,6 |
| 30- 1 | 1000 | 595 | 654 | 95 | 586,0 | -31,0 | 95,0 |
| 101-2 | 1072 | 419 | 452 | 44 | 496,8 | -120,2 | 80,5 |
| 193-95 д | 965 | 510 | 566 | 91 | 533,0 | -84,0 | 86,4 |
| 1- 3 | 905 | 512 | 679 | 36 | 533,0 | -84,0 | 86,4 |
| 118-2 | 965 | 348 | 721 | 107 | 535,3 | -81,7 | 86,8 |
| Ellerslaie 1 | 643 | 357 | 452 | 81 | 383,3 | -233,7 | 62,1 |
| С-302 F ₃ , 03 г. | 629 | 257 | 286 | 16 | 297,0 | -320,0 | 48,1 |
| С 13-10 F ₂ , 03 г. | 557 | 300 | 314 | 31 | 300,5 | -316,5 | 48,7 |
| С 3-8 F ₂ , 03 г. | 586 | 215 | 333 | 24 | 289,5 | -327,5 | 46,9 |
| П 143 F ₂ , 01 г. | 507 | 215 | 315 | 48 | 271,3 | -345,7 | 44,0 |
| П-276 F ₂ , 03 г. | 500 | 207 | 143 | 29 | 219,8 | -397,2 | 35,6 |
| П-264 F ₃ , 03 г. | 472 | 183 | 143 | 16 | 203,5 | -413,5 | 33,0 |
| П276-1656 F ₂ , 01г | 400 | 250 | 286 | 30 | 241,5 | -375,5 | 39,1 |
| П 887 –1 F ₃ , 03 г. | 386 | 214 | 228 | 19 | 211,8 | -405,2 | 34,3 |
| П 85 – 044, F ₃ | 300 | 292 | 229 | 39 | 215,0 | -402,0 | 34,8 |
| С 344 F ₃ , 01 г. | 400 | 189 | 243 | 51 | 220,8 | -396,2 | 35,8 |
| Белорусская | 300 | 114 | 208 | 29 | 162,8 | -454,2 | 26,4 |
| РП – 196/1300 | 257 | 98 | 213 | 35 | 150,8 | -466,2 | 24,4 |
| Сибирская 8 | 257 | 70 | 161 | 31 | 129,8 | -487,2 | 21,0 |
| Тулунская гибрид | 150 | 151 | 189 | 49 | 134,8 | -482,2 | 21,8 |
| В среднем | 639,4 | 360,7 | 410,7 | 56,2 | 366,7 | -250,2 | 59,4 |
| НСР ₀₅ | 250,0 | 224,6 | 223,8 | 33,7 | 194,1 | - | - |

Приложение Б.3 – Продолжительность периода отрастание-созревание семян у образцов люцерны в селекционном питомнике № 1 (СП-1), посев 2004 г.

| Сорта, селекционные образцы | Продолжительность периода отрастание-созревание семян, сут. | | | | | ± к st | % к st |
|---------------------------------|---|-------|-------|-------|---------|--------|--------|
| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | среднее | | |
| Сарга – st | 151 | 151 | 151 | 158 | 152,8 | - | - |
| Уралочка | 148 | 148 | 148 | 158 | 150,5 | -2,3 | 98,5 |
| 20-89 Н | 150 | 150 | 150 | 158 | 152,0 | -0,8 | 99,5 |
| 27-86 | 147 | 147 | 147 | 161 | 150,5 | -2,3 | 98,5 |
| 193-95 | 146 | 146 | 146 | 161 | 149,8 | -3,0 | 98,0 |
| 30-1 | 150 | 150 | 150 | 161 | 152,8 | 0,0 | 100,0 |
| 101-2 | 147 | 147 | 147 | 157 | 149,5 | -3,3 | 97,9 |
| 193-95д | 147 | 147 | 147 | 158 | 149,8 | -3,0 | 98,0 |
| 1-3 | 145 | 145 | 145 | 161 | 149,0 | -3,8 | 97,5 |
| 118-2 | 150 | 150 | 150 | 160 | 152,5 | -0,3 | 99,8 |
| Ellerslaie 1 | 149 | 149 | 149 | 161 | 152,0 | -0,8 | 99,5 |
| С-302 F ₃ , 03 г. | 157 | 157 | 157 | 159 | 157,5 | 4,8 | 103,1 |
| С 13-10 F ₂ , 03 г. | 153 | 153 | 153 | 162 | 155,3 | 2,5 | 101,6 |
| С 3-8 F ₂ , 03 г. | 155 | 155 | 155 | 173 | 159,5 | 6,8 | 104,4 |
| П 143 F ₂ , 01 г. | 155 | 155 | 155 | 161 | 156,5 | 3,8 | 102,5 |
| П-276 F ₂ , 03 г. | 150 | 150 | 150 | 158 | 152,0 | -0,8 | 99,5 |
| П-264 F ₃ , 03 г. | 152 | 152 | 152 | 161 | 154,3 | 1,5 | 101,0 |
| П276-1656 F ₂ , 01г | 150 | 150 | 150 | 157 | 151,8 | -1,0 | 99,3 |
| П 887 –1 F ₃ , 03 г. | 155 | 155 | 155 | 158 | 155,8 | 3,0 | 102,0 |
| П 85 – 044, F ₃ | 157 | 157 | 157 | 158 | 157,3 | 4,5 | 102,9 |
| С 344 F ₃ , 01 г. | 154 | 154 | 154 | 164 | 156,5 | 3,8 | 102,5 |
| Белорусская | 157 | 157 | 157 | 166 | 159,3 | 6,5 | 104,3 |
| РП – 196/1300 | 157 | 157 | 157 | 159 | 157,5 | 4,8 | 103,1 |
| Сибирская 8 | 157 | 157 | 157 | 163 | 158,5 | 5,8 | 103,8 |
| Тулунская гibr. | 157 | 157 | 157 | 162 | 158,3 | 5,5 | 103,6 |
| В среднем | 151,8 | 151,8 | 151,8 | 160,6 | 154,0 | 1,3 | 100,8 |
| НСР ₀₅ | 3,4 | 4,0 | 4,0 | 3,4 | 3,1 | - | - |

Приложение Б.4 – Длина продуктивных стеблей перед уборкой на семена в селекционном питомнике № 1 (СП-1), посев 2004 г.

| Сорта, селекционные образцы | Длина продуктивных стеблей перед уборкой на семена, см | | | | | ± к st | % к st |
|---------------------------------|--|-------|-------|------|---------|--------|--------|
| | 2005 | 2006г | 2007г | 2008 | среднее | | |
| Сарга – st | 68,6 | 82 | 81,2 | 79,2 | 77,8 | - | - |
| Уралочка | 70,5 | 82,5 | 80,9 | 77,5 | 77,9 | 0,1 | 100,1 |
| 20-89 Н | 65,9 | 82,5 | 82,6 | 68,4 | 74,9 | -2,9 | 96,3 |
| 27-86 | 69,2 | 74,5 | 79,7 | 77,1 | 75,1 | -2,6 | 96,6 |
| 193-95 | 63,1 | 89 | 80,2 | 77,2 | 77,4 | -0,4 | 99,5 |
| 30-1 | 63,3 | 81 | 81,3 | 78,5 | 76,0 | -1,7 | 97,8 |
| 101-2 | 62 | 79,5 | 74,6 | 72,3 | 72,1 | -5,7 | 92,7 |
| 193-95-э-д | 70,7 | 83 | 79,1 | 78,4 | 77,8 | 0,0 | 100,1 |
| 1-3 | 70,3 | 76,5 | 84,3 | 84,5 | 78,9 | 1,2 | 101,5 |
| 118-2 | 67,7 | 75 | 81,6 | 80,4 | 76,2 | -1,6 | 98,0 |
| Ellerslaie 1 | 73,2 | 88,5 | 81,1 | 79,5 | 80,6 | 2,8 | 103,6 |
| С-302 F ₃ , 03 г. | 72,3 | 77,5 | 77,3 | 78,4 | 76,4 | -1,4 | 98,2 |
| С 13-10 F ₂ , 03 г. | 68,8 | 80,5 | 82,3 | 79,4 | 77,8 | 0,0 | 100,0 |
| С 3-8 F ₂ , 03 г. | 67,9 | 79,5 | 80,9 | 76,2 | 76,1 | -1,6 | 97,9 |
| П 143 F ₂ , 01 г. | 72,6 | 84,5 | 92,9 | 88,4 | 84,6 | 6,8 | 108,8 |
| П-276 F ₂ , 03 г. | 66,9 | 83 | 86 | 82,7 | 79,7 | 1,9 | 102,4 |
| П-264 F ₃ , 03 г. | 69,8 | 85 | 86,7 | 78,5 | 80,0 | 2,3 | 102,9 |
| П276-1656 F ₂ , 01г | 71,2 | 85,5 | 81,1 | 77,2 | 78,8 | 1,0 | 101,3 |
| П 887 –1 F ₃ , 03 г. | 61,5 | 80 | 87,4 | 84,6 | 78,4 | 0,6 | 100,8 |
| П 85 – 044, F ₃ | 71,3 | 90 | 89,9 | 86,4 | 84,4 | 6,7 | 108,6 |
| С 344 F ₃ , 01 г. | 71,8 | 84,5 | 83,7 | 77,4 | 79,4 | 1,6 | 102,1 |
| Белорусская | 72 | 80 | 87,4 | 83,2 | 80,7 | 2,9 | 103,7 |
| РП – 196/1300 | 69,7 | 88,5 | 89,6 | 85,4 | 83,3 | 5,6 | 107,1 |
| Сибирская 8 | 60,9 | 76 | 84,1 | 82,1 | 75,8 | -2,0 | 97,5 |
| Тулунская гibr. | 64,8 | 82,5 | 84,9 | 81,8 | 78,5 | 0,8 | 101,0 |
| В среднем | 68,2 | 82,0 | 83,2 | 79,8 | 78,3 | 0,6 | 51,3 |
| НСР ₀₅ | 2,95 | 4,33 | 4,17 | 4,39 | 2,9 | - | - |

Приложение Б.5 – Зимостойкость различных сортов и селекционных образцов в селекционном питомнике № 2 (СП-2), посев 2008 г.

| Сорта, селекционные образцы | Зимостойкость, % | | | | ± к st | % к st |
|-----------------------------|------------------|-------|-------|---------|--------|--------|
| | 2009 | 2010г | 2011г | среднее | | |
| Уралочка – (st) | 98 | 98 | 94 | 96,7 | - | - |
| 192-92 | 97 | 97 | 92 | 95,3 | -1,33 | 98,6 |
| Находка × Сарга | 96 | 96 | 92 | 94,7 | -2,00 | 97,9 |
| Vela × Сарга | 96 | 96 | 91 | 94,3 | -2,33 | 97,6 |
| РП 196/1300 × Сарга | 96 | 96 | 90 | 94,0 | -2,67 | 97,2 |
| 27-86 | 97 | 97 | 93 | 95,7 | -1,00 | 99,0 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 96 | 96 | 90 | 94,0 | -2,67 | 97,2 |
| Находка × 193-95 | 96 | 96 | 91 | 94,3 | -2,33 | 97,6 |
| 20-89 Н | 97 | 97 | 94 | 96,0 | -0,67 | 99,3 |
| 191-01 × 20-89 Н | 96 | 96 | 93 | 95,0 | -1,67 | 98,3 |
| Vela × Находка | 96 | 96 | 92 | 94,7 | -2,00 | 97,9 |
| 30.-01 | 97 | 97 | 93 | 95,7 | -1,00 | 99,0 |
| Артемида | 91 | 91 | 89 | 90,3 | -6,33 | 93,4 |
| Популяция | 96 | 96 | 92 | 94,7 | -2,00 | 97,9 |
| 101-2 | 97 | 97 | 91 | 95,0 | -1,67 | 98,3 |
| 193-95 | 97 | 97 | 92 | 95,3 | -1,33 | 98,6 |
| Ellerslaie 1 × Находка | 96 | 96 | 91 | 94,3 | -2,33 | 97,6 |
| Исток | 96 | 96 | 92 | 94,7 | -2,00 | 97,9 |
| В среднем | 96,2 | 96,2 | 91,8 | 94,7 | -1,96 | 98,0 |
| НСР ₀₅ | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,0 | - | - |

Приложение Б.6 – Длина стебля у различных сортов и селекционных образцов в селекционном питомнике № 2 (СП-2), посев 2008 г.

| Сорта, селекционные образцы | Длина стебля, см | | | | ± к st | % к st |
|-----------------------------|------------------|-------|-------|---------|--------|--------|
| | 2009 | 2010г | 2011г | среднее | | |
| Уралочка – (st) | 101,3 | 91 | 64 | 85,5 | - | - |
| 192-92 | 91,5 | 86,9 | 66 | 81,3 | -4,2 | 95,1 |
| Находка × Сарга | 87,7 | 91,8 | 77 | 85,3 | -0,2 | 99,8 |
| Vela × Сарга | 99,7 | 100,6 | 63 | 87,8 | 2,3 | 102,7 |
| РП 196/1300 × Сарга | 101,1 | 84 | 72 | 85,5 | 0,0 | 100,0 |
| 27-86 | 86,3 | 92,8 | 64 | 80,9 | -4,6 | 94,6 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 92,6 | 95,5 | 70 | 86,0 | 0,5 | 100,6 |
| Находка × 193-95 | 96,3 | 114,5 | 72 | 94,1 | 8,6 | 110,1 |
| 20-89 Н | 76 | 85,1 | 63 | 74,6 | -10,9 | 87,3 |
| 191-01 × 20-89 Н | 86 | 98,2 | 64 | 82,7 | -2,8 | 96,8 |
| Vela × Находка | 107,2 | 110,5 | 76 | 97,9 | 12,4 | 114,5 |
| 30.-01 | 81,1 | 96 | 67 | 81,5 | -4,0 | 95,3 |
| Артемиды | 83,6 | 88,4 | 63 | 78,3 | -7,2 | 91,5 |
| Популяция | 88 | 98,1 | 65 | 83,8 | -1,7 | 98,1 |
| 101-2 | 86,5 | 106,5 | 66 | 86,2 | 0,7 | 100,8 |
| 193-95 | 99,2 | 102,2 | 94 | 98,5 | 13,0 | 115,2 |
| Ellerslaie 1 × Находка | 100 | 109,5 | 71 | 93,3 | 7,8 | 109,2 |
| Исток | 89,6 | 103,5 | 62 | 85,1 | -0,4 | 99,5 |
| В среднем | 91,9 | 97,5 | 68,7 | 86,0 | 0,5 | 100,6 |
| НСР ₀₅ | 8,3 | 9,0 | 7,8 | 10,8 | - | - |

Приложение Б.7 – Количество стеблей на растении у различных сортов и селекционных образцов в селекционном питомнике №2 (СП-2) , посев 2008 г.

| Сорта, селекционные образцы | Количество стеблей на растении, шт. | | | | ± к st | % к st |
|-----------------------------|-------------------------------------|-------|-------|---------|--------|--------|
| | 2009 | 2010г | 2011г | среднее | | |
| Уралочка – (st) | 24,0 | 23,0 | 22,4 | 23,1 | - | - |
| 192-92 | 17,8 | 18,0 | 16,0 | 17,3 | -5,87 | 74,6 |
| Находка × Сарга | 18,4 | 19,0 | 17,6 | 18,3 | -4,80 | 79,3 |
| Vela × Сарга | 14,8 | 22,0 | 18,6 | 18,5 | -4,67 | 79,8 |
| РП 196/1300 × Сарга | 20,7 | 17,0 | 20,2 | 19,3 | -3,83 | 83,4 |
| 27-86 | 13,0 | 16,0 | 18,4 | 15,8 | -7,33 | 68,3 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 13,6 | 18,0 | 16,7 | 16,1 | -7,03 | 69,6 |
| Находка × 193-95 | 16,0 | 18,0 | 18,2 | 17,4 | -5,73 | 75,2 |
| 20-89 Н | 15,3 | 20,0 | 17,5 | 17,6 | -5,53 | 76,1 |
| 191-01 × 20-89 Н | 15,5 | 26,0 | 20,8 | 20,8 | -2,37 | 89,8 |
| Vela × Находка | 15,3 | 20,0 | 16,4 | 17,2 | -5,90 | 74,5 |
| 30.-01 | 17,1 | 28,0 | 19,7 | 21,6 | -1,53 | 93,4 |
| Артемида | 15,3 | 23,0 | 18,8 | 19,0 | -4,10 | 82,3 |
| Популяция | 12,1 | 18,0 | 16,5 | 15,5 | -7,60 | 67,1 |
| 101-2 | 13,5 | 26,0 | 19,4 | 19,6 | -3,50 | 84,9 |
| 193-95 | 18,0 | 21,0 | 23,2 | 20,7 | -2,40 | 89,6 |
| Ellerslaie 1 × Находка | 22,0 | 19,0 | 21,7 | 20,9 | -2,23 | 90,3 |
| Исток | 10,8 | 22,0 | 20,4 | 17,7 | -5,40 | 76,7 |
| В среднем | 16,3 | 20,8 | 19,0 | 18,7 | -4,44 | 80,8 |
| НСР ₀₅ | 3,4 | 3,4 | 2,1 | 4,4 | - | - |

Приложение Б.8 – Количество бобов на растении у сортов и селекционных образцов в селекционном питомнике №2 (СП 2), посев 2008 г.

| Сорта, селекционные образцы | Количество бобов на растении, шт. | | | | ± к st | % к st |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------|-------|---------|---------|--------|
| | 2009 | 2010г | 2011г | среднее | | |
| Уралочка – (st) | 318 | 400 | 440 | 386,0 | - | - |
| 192-92 | 364 | 492 | 414 | 423,3 | 37,33 | 109,7 |
| Находка × Сарга | 327 | 342 | 354 | 341,0 | -44,97 | 88,4 |
| Vela × Сарга | 347 | 572 | 277 | 398,7 | 12,67 | 103,3 |
| РП 196/1300 × Сарга | 307 | 226 | 249 | 260,5 | -125,50 | 67,5 |
| 27-86 | 216 | 354 | 270 | 280,0 | -106,00 | 72,5 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 322 | 500 | 285 | 368,8 | -17,17 | 95,6 |
| Находка × 193-95 | 332 | 696 | 276 | 434,5 | 48,50 | 112,6 |
| 20-89 Н | 265 | 577 | 332 | 391,5 | 5,50 | 101,4 |
| 191-01 × 20-89 Н | 345 | 616 | 530 | 497,1 | 111,13 | 128,8 |
| Vela × Находка | 255 | 343 | 231 | 276,2 | -109,77 | 71,6 |
| 30.-01 | 361 | 583 | 450 | 464,7 | 78,67 | 120,4 |
| Артемида | 275 | 581 | 304 | 386,9 | 0,87 | 100,2 |
| Популяция | 293 | 357 | 268 | 306,0 | -80,00 | 79,3 |
| 101-2 | 202 | 550 | 254 | 335,4 | -50,63 | 86,9 |
| 193-95 | 213 | 384 | 378 | 325,1 | -60,93 | 84,2 |
| Ellerslaie 1 × Находка | 183 | 405 | 303 | 296,9 | -89,13 | 76,9 |
| Исток | 125 | 226 | 230 | 193,7 | -192,30 | 50,2 |
| В среднем | 280,5 | 455,8 | 324,8 | 353,7 | -32,32 | 91,6 |
| НСП ₀₅ | 68,7 | 136,7 | 85,7 | 129,4 | - | - |

Приложение Б.9 – Масса семян с одного растения у сортов и селекционных образцов в селекционном питомнике 2 (СП-2), посев 2008 г.

| Сорта, селекционные образцы | Масса семян с 1 растения, г | | | | ± к st | % к st |
|-----------------------------|-----------------------------|-------|-------|---------|--------|--------|
| | 2009г | 2010г | 2011г | среднее | | |
| Уралочка – (st) | 10,0 | 29,2 | 14,0 | 17,8 | - | - |
| 192-92 | 15,2 | 29,3 | 17,2 | 20,6 | 2,8 | 115,9 |
| Находка × Сарга | 15,2 | 25,0 | 15,4 | 18,5 | 0,8 | 104,2 |
| Vela × Сарга | 15,2 | 37,3 | 11,5 | 21,3 | 3,6 | 120,1 |
| РП 196/1300 × Сарга | 12,1 | 15,1 | 10,5 | 12,6 | -5,2 | 70,7 |
| 27-86 | 12,0 | 22,4 | 15,3 | 16,6 | -1,2 | 93,3 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 11,6 | 37,3 | 10,0 | 19,6 | 1,9 | 110,5 |
| Находка × 193-95 | 10,8 | 28,6 | 9,0 | 16,1 | -1,6 | 90,7 |
| 20-89 Н | 10,4 | 33,5 | 13,1 | 19,0 | 1,2 | 106,9 |
| 191-01 × 20-89 Н | 10,2 | 41,1 | 15,8 | 22,4 | 4,6 | 125,9 |
| Vela × Находка | 9,8 | 24,0 | 9,4 | 14,4 | -3,3 | 81,2 |
| 30.-01 | 9,4 | 24,9 | 11,7 | 15,3 | -2,5 | 86,0 |
| Артемиды | 7,8 | 28,3 | 8,6 | 14,9 | -2,9 | 83,7 |
| Популяция | 7,7 | 20,6 | 7,2 | 11,8 | -5,9 | 66,7 |
| 101-2 | 6,5 | 27,2 | 9,1 | 14,2 | -3,5 | 80,1 |
| 193-95 | 5,9 | 15,6 | 10,3 | 10,6 | -7,2 | 59,6 |
| Ellerslaie 1 × Находка | 5,1 | 26,4 | 8,4 | 13,3 | -4,5 | 74,9 |
| Исток | 3,4 | 14,7 | 6,4 | 8,2 | -9,6 | 45,9 |
| В среднем | 9,9 | 26,7 | 11,3 | 16,0 | -1,8 | 89,8 |
| НСР ₀₅ | 4,9 | 13,3 | 5,6 | 7,1 | - | - |

Приложение Б.10 – Урожайность семян у сортов и селекционных образцов в селекционном питомнике 2 (СП-2), посев 2008 г.

| Сорта, селекционные образцы | Урожайность семян, кг/га | | | | ± к st | % к st |
|-----------------------------|--------------------------|-------|-------|---------|--------|--------|
| | 2009г | 2010г | 2011г | среднее | | |
| Уралочка – (st) | 201 | 521 | 263 | 328 | - | - |
| 192-92 | 304 | 517 | 317 | 379 | 51 | 116 |
| Находка × Сарга | 303 | 437 | 282 | 341 | 12 | 104 |
| Vela × Сарга | 303 | 652 | 209 | 388 | 60 | 118 |
| РП 196/1300 × Сарга | 242 | 264 | 189 | 231 | -97 | 70 |
| 27-86 | 240 | 395 | 285 | 307 | -22 | 93 |
| Сибирская 8 × 193-95 | 231 | 651 | 180 | 354 | 26 | 108 |
| Находка × 193-95 | 216 | 499 | 163 | 293 | -36 | 89 |
| 20-89 Н | 208 | 590 | 246 | 348 | 20 | 106 |
| 191-01 × 20-89 Н | 203 | 717 | 295 | 405 | 77 | 123 |
| Vela × Находка | 197 | 419 | 173 | 263 | -65 | 80 |
| 30.-01 | 187 | 438 | 217 | 281 | -48 | 85 |
| Артемида | 155 | 467 | 153 | 259 | -70 | 79 |
| Популяция | 154 | 360 | 133 | 216 | -113 | 66 |
| 101-2 | 129 | 479 | 166 | 258 | -71 | 79 |
| 193-95 | 118 | 275 | 189 | 194 | -134 | 59 |
| Ellerslaie 1 × Находка | 103 | 460 | 154 | 239 | -90 | 73 |
| Исток | 68 | 257 | 117 | 147 | -181 | 45 |
| В среднем | 197,8 | 466,6 | 207,4 | 290,6 | -38 | 88 |
| НСР ₀₅ | 68,5 | 131,9 | 60,3 | 117,4 | - | - |

Приложение В. Дополнительный материал по оценке селекционной ценности исходных селекционных форм люцерны с высокой самофертильностью при вегетативном размножении

Приложение В.1 – Урожайность семян люцерны при различных способах размножения в селекционном питомнике №3 (СП-3), г / 10 м²

| Сорта, селекционные образцы | Год исследований | | | | | | | ± к st |
|-----------------------------|------------------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 2012 | 2013 | 2015 | 2016 | 2020 | 2021 | В сред | |
| Уралочка (ч*) | 166,7 | 97,2 | 31,9 | 84,7 | 125,0 | 150,0 | 109,3 | -22,4 |
| Находка × Сарга (ч) | 88,8 | 122,2 | 30,6 | 138,8 | 112,5 | 125,0 | 103,0 | -28,6 |
| Находка × 193-95 (ч) | 141,7 | 186,1 | 86,1 | 150,0 | 172,2 | 150,0 | 147,7 | 16,1 |
| Vela × Находка (ч) | 184,7 | 98,5 | 55,5 | 150,0 | 111,1 | 152,7 | 125,4 | -6,2 |
| Vela × Сарга (ч) | 204,2 | 248,6 | 40,9 | 195,1 | 120,1 | 93,0 | 150,3 | 18,7 |
| Ellerslaie1 × Находка (ч) | 76,2 | 81,7 | 46,4 | 101,2 | 83,6 | 68,2 | 76,2 | -55,4 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 161,1 | 236,1 | 58,3 | 125,0 | 111,1 | 161,3 | 142,2 | 10,6 |
| 191-01 × 20-89 Н (ч) | 89,4 | 158,3 | 41,7 | 172,2 | 91,6 | 72,2 | 104,2 | -27,4 |
| 101-2 (ч) | 80,5 | 152,7 | 47,2 | 194,4 | 110,1 | 94,4 | 113,2 | -18,4 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 151,4 | 187,5 | 61,1 | 134,7 | 136,1 | 130,5 | 133,6 | 2,0 |
| 193-95 (ч) | 56,2 | 47,2 | 31,0 | 61,9 | 97,2 | 89,2 | 63,8 | -67,8 |
| РП 196/1300х Сарга (ч) | 98,8 | 65,3 | 33,3 | 107,1 | 88,1 | 80,2 | 78,8 | -52,8 |
| Артемиды (ч) | 97,2 | 166,7 | 66,7 | 138,8 | 80,5 | 88,8 | 106,5 | -25,2 |
| НСР _{0.05} | 47,4 | 63,3 | 16,6 | 39,7 | 24,9 | 33,8 | 37,3 | - |
| Уралочка (м**) | 187,5 | 198,6 | 69,4 | 177,7 | 161,1 | 186,1 | 163,4 | 31,8 |
| Находка × Сарга (м) | 133,3 | 172,2 | 79,2 | 133,3 | 194,4 | 166,6 | 146,5 | 14,9 |
| Vela × Находка (м) | 233,3 | 188,9 | 80,6 | 186,1 | 158,1 | 76,3 | 153,9 | 22,3 |
| Vela × Сарга (м) | 147,2 | 241,7 | 79,2 | 248,6 | 183,3 | 180,5 | 180,1 | 48,5 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 131,1 | 247,2 | 75,0 | 209,7 | 100,0 | 111,1 | 145,7 | 14,1 |
| 101-2 (м) | 119,4 | 163,9 | 41,7 | 186,1 | 125,0 | 116,6 | 125,5 | -6,1 |
| Популяция ВС-08 (м) | 76,1 | 245,8 | 41,7 | 160,3 | 169,4 | 130,5 | 137,3 | 5,7 |
| 193-95 (м) | 72,6 | 57,5 | 35,6 | 40,5 | 85,2 | 92,1 | 63,9 | -67,7 |
| НСР _{0.05} | 53,6 | 62,9 | 19,6 | 61,5 | 39,5 | 41,1 | 43,1 | - |
| Уралочка (с***) (st) | 175,0 | 181,9 | 52,7 | 125,0 | 125,0 | 130,0 | 131,6 | - |
| Находка × Сарга (с) | 100,0 | 138,8 | 58,3 | 147,2 | 136,1 | 102,7 | 113,9 | -17,8 |
| Находка × 193-95 (с) | 111,1 | 194,4 | 47,2 | 158,3 | 105,5 | 125,0 | 123,6 | -8,0 |
| Vela × Находка (с) | 205,6 | 141,7 | 52,8 | 134,7 | 105,5 | 119,4 | 126,6 | -5,0 |
| Vela × Сарга (с) | 126,2 | 241,3 | 67,9 | 249,0 | 130,1 | 91,2 | 151,0 | 19,4 |
| Популяция ВС-08 (с) | 151,0 | 245,8 | 35,7 | 160,0 | 135,0 | 130,0 | 142,9 | 11,3 |
| 193-95 (с) | 81,0 | 58,3 | 46,4 | 105,9 | 92,6 | 98,7 | 80,5 | -51,1 |
| 27-86 (с) | 122,2 | 156,1 | 79,2 | 166,6 | 144,4 | 100,0 | 128,1 | -3,5 |
| НСР _{0.05} | 41,0 | 61,0 | 13,5 | 42,7 | 18,3 | 15,6 | 37,4 | - |

Примечание: - g₀ – нулевая генерация (исходная форма); g₁ – первая генерация (потомство первого поколения); ч* – пересадка в открытый грунт укорененных черенков, полученных от наиболее самофертильных особей (маточных растений) из различных сортообразцов; м** – пересадка в открытый грунт самих маточных растений из различных сортообразцов, показавших наибольшую самофертильность; с*** – высев семян из сортообразцов (маточных растений), показавших наибольшую самофертильность (g₁).

Приложение В.2 – Урожайность СВ у образцов люцерны в селекционном питомнике № 4 (СП-4)

| № | Сорта, селекционные образцы | Урожайность СВ, кг/10 м ² | | | | | | ± к st |
|--|-----------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|-------------|--------|
| | | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | | |
| 1 | Уралочка (м) (st) | 5,16 | 3,44 | 3,26 | 2,84 | 1,94 | 3,33 | |
| 2 | 20-89 Н (м) | 4,62 | 2,26 | 1,05 | 1,54 | 1,22 | 2,14 | -1,19 |
| 3 | Vela × Сарга (м) | 5,20 | 4,66 | 2,96 | 3,38 | 1,71 | 3,58 | 0,25 |
| 4 | Vela × Находка (м) | 3,35 | 1,94 | 1,30 | 1,66 | 1,76 | 2,00 | -1,33 |
| 5 | Сибирская 8 × 193-95 (м) | 2,78 | 2,46 | 1,51 | 1,64 | 1,75 | 2,03 | -1,30 |
| 6 | 193-95 (м) | 3,59 | 2,85 | 1,43 | 1,63 | 1,09 | 2,12 | -1,21 |
| 7 | 101-2 (м) | 4,39 | 2,26 | 1,44 | 1,23 | 2,24 | 2,31 | -1,02 |
| 8 | Популяция ВС-08 (м) | 4,06 | 1,97 | 1,52 | 1,69 | 1,46 | 2,14 | -1,19 |
| 9 | 192-92 (м) | 1,82 | 2,24 | 2,04 | 1,84 | 2,03 | 1,99 | -1,33 |
| | НСР ₀₅ | 1,12 | 0,88 | 0,77 | 0,70 | 0,37 | 0,74 | - |
| Способ посадки укорененными черенками (g0) | | | | | | | | |
| 1 | Уралочка (ч) (st) | 4,36 | 1,92 | 2,17 | 1,81 | 1,62 | 2,38 | - |
| 2 | 20-89 Н (ч) | 4,11 | 2,33 | 1,50 | 1,42 | 1,78 | 2,23 | -0,15 |
| 3 | Vela × Сарга (ч) | 6,31 | 3,37 | 1,54 | 1,86 | 2,22 | 3,06 | 0,68 |
| 4 | Vela × Находка (ч) | 3,27 | 1,90 | 1,31 | 1,64 | 1,58 | 1,94 | -0,44 |
| 5 | Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 4,60 | 2,57 | 1,72 | 2,11 | 1,57 | 2,51 | 0,14 |
| 6 | Находка × 193-95 (ч) | 1,44 | 1,11 | 0,69 | 1,33 | 1,31 | 1,18 | -1,20 |
| 7 | Артемиды (ч) | 5,64 | 3,26 | 1,31 | 1,08 | 1,14 | 2,49 | 0,11 |
| 8 | Находка × Сарга (ч) | 5,03 | 3,24 | 1,63 | 2,44 | 2,17 | 2,90 | 0,53 |
| 9 | Популяция ВС-08 (ч) | 4,54 | 2,38 | 1,46 | 1,23 | 1,09 | 2,14 | -0,24 |
| 10 | 30-1 (ч) | 4,08 | 3,34 | 1,84 | 2,07 | 2,07 | 2,68 | 0,30 |
| 11 | 101-2 (ч) | 3,61 | 2,03 | 1,08 | 1,05 | 1,05 | 1,76 | -0,66 |
| | НСР ₀₅ | 1,33 | 0,76 | 0,39 | 0,44 | 0,41 | 0,71 | - |
| Семенное размножение (g1) | | | | | | | | |
| 1 | Уралочка (с) (st) | 5,53 | 2,05 | 1,56 | 1,71 | 1,25 | 2,42 | - |
| 2 | 20-89 Н (с) | 2,74 | 2,52 | 1,45 | 1,41 | 1,36 | 1,90 | -0,52 |
| 3 | Vela × Сарга (с) | 2,86 | 2,63 | 1,70 | 1,20 | 1,30 | 1,94 | -0,48 |
| 4 | Vela × Находка (с) | 6,30 | 3,97 | 2,01 | 4,45 | 1,86 | 3,72 | 1,30 |
| 5 | 193-95 (с) | 3,26 | 2,44 | 1,72 | 2,18 | 2,34 | 2,39 | -0,03 |
| 6 | Находка × 193-95 (с) | 3,81 | 2,57 | 1,20 | 2,19 | 1,26 | 2,21 | -0,21 |
| 7 | Находка × Сарга (с) | 4,09 | 2,40 | 1,54 | 1,70 | 1,78 | 2,30 | -0,12 |
| | НСР ₀₅ | 1,36 | 0,61 | 0,25 | 1,09 | 0,41 | 0,87 | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.2.

Приложение В.3 – Урожайность семян у образцов люцерны в селекционном питомнике №4 (СП 4)

| Сорта, селекционные образцы | Урожайность семян, г / 10 м ² | | | | | | ± к st |
|---------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|---------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (м) (st) | 27,5 | 112,5 | 100,0 | 75,0 | 60,4 | 75,1 | - |
| 20-89 Н (м) | 83,3 | 93,75 | 133,3 | 95,8 | 54,2 | 92,1 | 17,0 |
| Vela × Сарга (м) | 28,3 | 91,7 | 95,8 | 87,5 | 50,0 | 70,7 | -4,4 |
| Vela × Находка (м) | 55,0 | 125 | 220,8 | 120,8 | 43,7 | 113,1 | 38,0 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 41,7 | 95,8 | 93,8 | 125,0 | 54,2 | 82,1 | 7,0 |
| 193-95 (м) | 75,0 | 104,2 | 131,3 | 108,3 | 62,5 | 96,3 | 21,2 |
| 101-2 (м) | 68,8 | 85,4 | 127,1 | 87,5 | 97,9 | 93,3 | 18,3 |
| Популяция ВС-08 (м) | 70,0 | 87,5 | 139,6 | 91,6 | 58,3 | 89,4 | 14,3 |
| 192-92 (м) | 133,3 | 151,2 | 91,6 | 116,6 | 75,0 | 113,6 | 38,5 |
| НСР ₀₅ | 32,7 | 21,4 | 40,4 | 17,4 | 16,1 | 32,2 | - |
| Способ пересадки маточных кустов(g0) | | | | | | | |
| Уралочка (ч) (st) | 69,6 | 83,3 | 100,0 | 58,3 | 79,2 | 78,1 | |
| 20-89 Н (ч) | 74,2 | 50,0 | 137,5 | 70,8 | 79,2 | 82,3 | 4,3 |
| Vela × Сарга (ч) | 54,2 | 85,4 | 120,8 | 112,5 | 60,4 | 86,7 | 8,6 |
| Vela × Находка (ч) | 118,8 | 62,5 | 175,0 | 104,2 | 120,8 | 116,3 | 38,2 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 66,6 | 77,1 | 114,6 | 100,0 | 85,4 | 88,7 | 10,7 |
| Находка × 193-95 (ч) | 75,0 | 91,7 | 66,6 | 50,0 | 41,7 | 65,0 | -13,1 |
| Артемиды (ч) | 55,8 | 75,8 | 83,3 | 75,0 | 83,3 | 74,6 | -3,4 |
| Находка × Сарга (ч) | 50,0 | 65,0 | 112,5 | 70,8 | 87,5 | 77,2 | -0,9 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 83,3 | 75,0 | 125,0 | 83,3 | 70,8 | 87,5 | 9,4 |
| 30-1 (ч) | 62,5 | 112,5 | 108,3 | 162,5 | 100,0 | 109,2 | 31,1 |
| 101-2 (ч) | 46,7 | 70,8 | 137,5 | 87,5 | 87,5 | 86,0 | -21,1 |
| НСР ₀₅ | 19,7 | 17,2 | 29,6 | 32,8 | 21,3 | 26,7 | - |
| Семенное размножение (g1) | | | | | | | |
| Уралочка (с) (st) | 47,9 | 91,7 | 125,0 | 150,0 | 120,8 | 107,1 | - |
| 20-89 Н (с) | 63,8 | 106,3 | 141,6 | 116,6 | 81,3 | 101,9 | -5,2 |
| Vela × Сарга (с) | 75,0 | 143,8 | 145,8 | 100,3 | 97,9 | 112,6 | 5,5 |
| Vela × Находка (с) | 116,7 | 113,3 | 102,1 | 87,5 | 79,2 | 99,8 | -7,32 |
| 193-95 (с) | 50,0 | 83,3 | 87,5 | 83,3 | 87,5 | 78,3 | -28,8 |
| Находка × 193-95 (с) | 79,2 | 104,2 | 110,4 | 50,0 | 31,3 | 75,0 | -32,1 |
| Находка × Сарга (с) | 45,8 | 80,8 | 129,2 | 70,8 | 54,2 | 76,2 | -30,9 |
| НСР ₀₅ | 25,1 | 21,6 | 21,3 | 32,4 | 29,1 | 30,9 | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.1.

Приложение В.4 – Репродуктивное усилие у образцов люцерны в селекционном питомнике № 4 (СП- 4)

| Сорта, селекционные образцы | Репродуктивное усилие | | | | | | ± к st |
|--|-----------------------|------|------|------|------|---------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (м) (st) | 0,5 | 3,3 | 3,1 | 2,6 | 3,1 | 2,5 | - |
| 20-89 Н (м) | 1,8 | 4,1 | 12,7 | 6,2 | 4,4 | 5,9 | 3,3 |
| Vela × Сарга (м) | 0,5 | 2,0 | 3,2 | 2,6 | 2,9 | 2,3 | -0,3 |
| Vela × Находка (м) | 1,6 | 6,4 | 17,0 | 7,3 | 2,5 | 7,0 | 4,4 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 1,5 | 3,9 | 6,2 | 7,6 | 3,1 | 4,5 | 1,9 |
| 193-95 (м) | 2,1 | 3,7 | 9,2 | 6,6 | 5,7 | 5,5 | 2,9 |
| 101-2 (м) | 1,6 | 3,8 | 8,8 | 7,1 | 4,4 | 5,1 | 2,6 |
| Популяция ВС-08 (м) | 1,7 | 4,4 | 9,2 | 5,4 | 4,0 | 5,0 | 2,4 |
| 192-92 (м) | 7,3 | 6,8 | 4,5 | 6,3 | 3,7 | 5,7 | 3,2 |
| НСР ₀₅ | 2,0 | 1,5 | 4,6 | 1,9 | 1,0 | 2,8 | - |
| Способ посадки укорененными черенками (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (ч) (st) | 1,6 | 4,3 | 4,6 | 3,2 | 4,9 | 3,7 | - |
| 20-89 Н (ч) | 1,8 | 2,1 | 9,2 | 5,0 | 4,4 | 4,5 | 0,8 |
| Vela × Сарга (ч) | 0,9 | 2,5 | 7,8 | 6,0 | 2,7 | 4,0 | 0,3 |
| Vela × Находка (ч) | 3,6 | 3,3 | 13,4 | 6,4 | 7,6 | 6,9 | 3,1 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 1,4 | 3,0 | 6,7 | 4,7 | 5,4 | 4,3 | 0,5 |
| Находка × 193-95 (ч) | 5,2 | 8,3 | 9,7 | 3,8 | 3,2 | 6,0 | 2,3 |
| Артемиды (ч) | 1,0 | 2,3 | 6,4 | 6,9 | 7,3 | 4,8 | 1,1 |
| Находка × Сарга (ч) | 1,0 | 2,0 | 6,9 | 2,9 | 4,0 | 3,4 | -0,4 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 1,8 | 3,2 | 8,6 | 6,8 | 6,5 | 5,4 | 1,6 |
| 30-1 (ч) | 1,5 | 3,4 | 5,9 | 7,9 | 4,8 | 4,7 | 1,0 |
| 101-2 (ч) | 1,3 | 3,5 | 12,7 | 8,3 | 8,3 | 6,8 | 0,5 |
| НСР ₀₅ | 1,4 | 1,8 | 2,5 | 1,7 | 1,6 | 2,2 | - |
| Семенное размножение (g1) | | | | | | | |
| Уралочка (с) (st) | 0,9 | 4,5 | 8,0 | 8,8 | 9,7 | 6,4 | - |
| 20-89 Н (с) | 2,3 | 4,2 | 9,8 | 8,3 | 6,0 | 6,1 | -0,2 |
| Vela × Сарга (с) | 2,6 | 5,5 | 8,6 | 8,4 | 7,5 | 6,5 | 0,2 |
| Vela × Находка (с) | 1,9 | 2,9 | 5,1 | 2,0 | 4,3 | 3,2 | -3,2 |
| 193-95 (с) | 1,5 | 3,4 | 5,1 | 3,8 | 3,7 | 3,5 | -2,8 |
| Находка × 193-95 (с) | 2,1 | 4,1 | 9,2 | 2,3 | 2,5 | 4,0 | -2,3 |
| Находка × Сарга (с) | 1,1 | 3,4 | 8,4 | 4,2 | 3,0 | 4,0 | -2,3 |
| НСР ₀₅ | 0,6 | 0,9 | 1,9 | 3,0 | 2,6 | 2,1 | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.1.

Приложение В.5 – Содержание протеина в СВ образцов люцерны в селекционном питомнике № 4 (СП-4)

| Сорта, селекционные образцы | Содержание протеина, % | | | | | | ± к st |
|--|------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (м) (st) | 20,29 | 19,53 | 19,44 | 15,42 | 16,75 | 18,29 | - |
| 20-89 Н (м) | 18,98 | 22,07 | 20,57 | 14,67 | 16,14 | 18,49 | 0,20 |
| Vela × Сарга (м) | 19,17 | 21,15 | 16,58 | 16,39 | 20,46 | 18,75 | 0,46 |
| Vela × Находка (м) | 19,22 | 21,25 | 19,45 | 17,37 | 18,41 | 19,14 | 0,85 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 19,46 | 21,99 | 23,04 | 18,29 | 20,00 | 20,56 | 2,27 |
| 193-95 (м) | 19,27 | 23,40 | 26,08 | 16,44 | 16,88 | 20,41 | 2,13 |
| 101-2 (м) | 19,77 | 19,86 | 20,83 | 15,52 | 16,07 | 18,41 | 0,12 |
| Популяция ВС-08 (м) | 21,23 | 20,91 | 20,52 | 15,68 | 16,98 | 19,06 | 0,78 |
| 192-92 (м) | 20,82 | 20,80 | 20,09 | 17,82 | 19,70 | 19,85 | 1,56 |
| НСР ₀₅ | 0,80 | 1,18 | 2,62 | 1,21 | 1,74 | F _F <F _{0,05} | - |
| Способ посадки укорененными черенками (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (ч) (st) | 19,40 | 18,64 | 17,41 | 17,29 | 17,34 | 18,02 | - |
| 20-89 Н (ч) | 20,00 | 18,19 | 18,80 | 14,64 | 19,72 | 18,27 | 0,25 |
| Vela × Сарга (ч) | 19,42 | 22,13 | 17,27 | 14,83 | 17,97 | 18,32 | 0,31 |
| Vela × Находка (ч) | 17,58 | 18,36 | 18,54 | 16,52 | 19,49 | 18,10 | 0,08 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 20,15 | 20,19 | 16,86 | 15,54 | 18,85 | 18,32 | 0,30 |
| Находка × 193-95 (ч) | 18,19 | 19,54 | 22,31 | 15,93 | 18,85 | 18,96 | 0,95 |
| Артемиды (ч) | 16,84 | 19,44 | 20,99 | 14,53 | 19,56 | 18,27 | 0,26 |
| Находка × Сарга (ч) | 18,96 | 19,96 | 18,15 | 16,96 | 19,55 | 18,72 | 0,70 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 20,24 | 17,89 | 15,89 | 18,37 | 20,36 | 18,55 | 0,53 |
| 30-1 (ч) | 19,82 | 18,14 | 20,70 | 17,10 | 18,40 | 18,83 | 0,82 |
| 101-2 (ч) | 19,55 | 20,00 | 23,24 | 14,00 | 19,71 | 19,30 | 0,14 |
| НСР ₀₅ | 1,16 | 1,30 | 2,04 | 1,29 | 0,91 | F _F <F _{0,05} | - |
| Семенное размножение (g1) | | | | | | | |
| Уралочка (с) (st) | 19,20 | 23,36 | 20,12 | 14,50 | 18,64 | 19,16 | - |
| 20-89 Н (с) | 18,64 | 20,91 | 19,24 | 18,08 | 20,59 | 19,49 | 0,33 |
| Vela × Сарга (с) | 18,74 | 20,07 | 21,58 | 18,50 | 18,15 | 19,41 | 0,24 |
| Vela × Находка (с) | 20,56 | 20,41 | 21,15 | 15,66 | 18,12 | 19,18 | 0,02 |
| 193-95 (с) | 20,18 | 19,63 | 19,24 | 15,36 | 21,06 | 19,09 | -0,07 |
| Находка × 193-95 (с) | 18,74 | 20,42 | 22,00 | 16,48 | 19,68 | 19,46 | 0,30 |
| Находка × Сарга (с) | 17,72 | 17,33 | 19,87 | 14,94 | 19,37 | 17,85 | -1,31 |
| НСР ₀₅ | 0,97 | 1,78 | 1,12 | 1,55 | 2,55 | 2,21 | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.1.

Приложение В.6 – Содержание переваримого протеина в СВ у образцов люцерны в селекционном питомнике №4 (СП 4)

| Сорта, селекционные образцы | Содержание переваримого протеина, % | | | | | | ± к st |
|---------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (м) (st) | 15,15 | 15,05 | 15,55 | 11,60 | 12,45 | 13,96 | - |
| 20-89 Н (м) | 14,35 | 16,80 | 14,60 | 11,75 | 11,30 | 13,76 | -0,20 |
| Vela × Сарга (м) | 14,30 | 16,15 | 12,00 | 12,10 | 15,25 | 13,96 | 0,00 |
| Vela × Находка (м) | 15,60 | 16,05 | 14,85 | 12,90 | 13,75 | 14,63 | 0,67 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 15,20 | 16,60 | 17,30 | 14,20 | 15,05 | 15,67 | 1,71 |
| 193-95 (м) | 14,65 | 17,55 | 16,35 | 12,45 | 11,95 | 14,59 | 0,63 |
| 101-2 (м) | 14,20 | 14,75 | 15,40 | 12,60 | 11,40 | 13,67 | -0,29 |
| Популяция ВС-08 (м) | 16,25 | 15,90 | 15,85 | 13,00 | 12,45 | 14,69 | 0,73 |
| 192-92 (м) | 16,80 | 15,45 | 14,05 | 13,10 | 14,45 | 14,77 | 0,81 |
| НСР ₀₅ | 0,91 | 0,88 | 1,51 | 0,79 | 1,54 | F _f <F _{0.05} | - |
| Уралочка (ч) (st) | 14,65 | 14,55 | 12,95 | 13,70 | 12,20 | 13,61 | |
| 20-89 Н (ч) | 15,70 | 13,40 | 14,10 | 10,75 | 14,45 | 13,68 | 0,07 |
| Vela × Сарга (ч) | 14,80 | 17,00 | 12,65 | 11,30 | 13,05 | 13,76 | 0,15 |
| Vela × Находка (ч) | 13,65 | 14,40 | 14,25 | 13,40 | 14,45 | 14,03 | 0,42 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 15,55 | 14,95 | 12,90 | 11,30 | 13,85 | 13,71 | 0,10 |
| Находка × 193-95 (ч) | 14,55 | 14,30 | 15,80 | 11,40 | 13,75 | 13,96 | 0,35 |
| Артемиды (ч) | 12,60 | 15,20 | 15,65 | 11,90 | 14,30 | 13,93 | 0,32 |
| Находка × Сарга (ч) | 14,40 | 14,90 | 13,50 | 13,10 | 14,05 | 13,99 | 0,38 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 15,65 | 12,75 | 12,95 | 14,10 | 15,10 | 14,11 | 0,50 |
| 30-1 (ч) | 15,70 | 13,15 | 15,25 | 12,65 | 13,35 | 14,02 | 0,41 |
| 101-2 (ч) | 15,05 | 14,85 | 16,80 | 11,90 | 14,50 | 14,62 | 0,03 |
| НСР ₀₅ | 1,01 | 1,21 | 1,21 | 1,18 | 0,83 | F _f <F _{0.05} | |
| Семенное размножение (g1) | | | | | | | |
| Уралочка (с) (st) | 15,10 | 17,80 | 15,50 | 11,10 | 13,45 | 14,59 | - |
| 20-89 Н (с) | 14,40 | 15,80 | 13,90 | 14,15 | 14,85 | 14,62 | 0,03 |
| Vela × Сарга (с) | 14,90 | 14,55 | 16,25 | 13,95 | 13,15 | 14,56 | -0,03 |
| Vela × Находка (с) | 15,75 | 15,15 | 15,80 | 12,05 | 13,00 | 14,35 | -0,24 |
| 193-95 (с) | 15,50 | 15,05 | 14,10 | 11,85 | 15,50 | 14,40 | -0,19 |
| Находка × 193-95 (с) | 15,15 | 15,20 | 15,25 | 12,10 | 14,50 | 14,44 | -0,15 |
| Находка × Сарга (с) | 13,55 | 12,95 | 15,05 | 12,65 | 14,15 | 13,67 | -0,92 |
| НСР ₀₅ | 0,74 | 1,45 | 0,86 | 1,12 | 0,93 | F _f <F _{0.05} | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.1

Приложение В.7 – Содержание кормовых единиц в СВ у образцов люцерны в селекционном питомнике № 4 (СП-4)

| Сорта, селекционные образцы | Содержание КЕ, % | | | | | | ± к st |
|--|------------------|------|------|------|------|-----------------------------------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (м) (st) | 0,76 | 0,81 | 0,77 | 0,72 | 0,79 | 0,77 | - |
| 20-89 Н (м) | 0,72 | 0,81 | 0,78 | 0,70 | 0,79 | 0,76 | -0,01 |
| Vela × Сарга (м) | 0,78 | 0,83 | 0,78 | 0,76 | 0,81 | 0,79 | 0,02 |
| Vela × Находка (м) | 0,74 | 0,81 | 0,83 | 0,81 | 0,74 | 0,79 | 0,02 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 0,76 | 0,79 | 0,87 | 0,73 | 0,83 | 0,79 | 0,02 |
| 193-95 (м) | 0,76 | 0,82 | 0,80 | 0,77 | 0,78 | 0,79 | 0,02 |
| 101-2 (м) | 0,73 | 0,84 | 0,87 | 0,85 | 0,83 | 0,82 | 0,05 |
| Популяция ВС-08 (м) | 0,81 | 0,89 | 0,78 | 0,80 | 0,78 | 0,81 | 0,04 |
| 192-92 (м) | 0,80 | 0,76 | 0,79 | 0,76 | 0,82 | 0,78 | 0,02 |
| НСР ₀₅ | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | F _F <F _{0.05} | - |
| Способ посадки укорененными черенками (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (ч) (st) | 0,77 | 0,80 | 0,73 | 0,81 | 0,79 | 0,78 | - |
| 20-89 Н (ч) | 0,73 | 0,80 | 0,78 | 0,77 | 0,80 | 0,77 | -0,01 |
| Vela × Сарга (ч) | 0,73 | 0,85 | 0,79 | 0,76 | 0,85 | 0,80 | 0,02 |
| Vela × Находка (ч) | 0,70 | 0,83 | 0,76 | 0,76 | 0,85 | 0,78 | 0,00 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 0,78 | 0,83 | 0,71 | 0,72 | 0,83 | 0,77 | -0,01 |
| Находка × 193-95 (ч) | 0,78 | 0,81 | 0,80 | 0,73 | 0,87 | 0,80 | 0,02 |
| Артемиды (ч) | 0,75 | 0,89 | 0,87 | 0,77 | 0,84 | 0,82 | 0,05 |
| Находка × Сарга (ч) | 0,75 | 0,83 | 0,76 | 0,82 | 0,84 | 0,80 | 0,02 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 0,77 | 0,78 | 0,82 | 0,83 | 0,86 | 0,81 | 0,03 |
| 30-1 (ч) | 0,76 | 0,77 | 0,83 | 0,77 | 0,75 | 0,77 | 0,00 |
| 101-2 (ч) | 0,71 | 0,80 | 0,84 | 0,76 | 0,75 | 0,77 | -0,04 |
| НСР ₀₅ | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | F _F <F _{0.05} | - |
| Уралочка (с) (st) | 0,76 | 0,90 | 0,81 | 0,76 | 0,81 | 0,81 | - |
| 20-89 Н (с) | 0,80 | 0,81 | 0,78 | 0,72 | 0,80 | 0,78 | -0,03 |
| Vela × Сарга (с) | 0,82 | 0,72 | 0,85 | 0,82 | 0,76 | 0,79 | -0,01 |
| Vela × Находка (с) | 0,81 | 0,79 | 0,81 | 0,82 | 0,77 | 0,80 | -0,01 |
| 193-95 (с) | 0,78 | 0,87 | 0,80 | 0,84 | 0,82 | 0,82 | 0,01 |
| Находка × 193-95 (с) | 0,78 | 0,85 | 0,71 | 0,74 | 0,81 | 0,78 | -0,03 |
| Находка × Сарга (с) | 0,68 | 0,91 | 0,82 | 0,79 | 0,84 | 0,81 | 0,00 |
| НСР ₀₅ | 0,05 | 0,07 | 0,04 | 0,05 | 0,03 | F _F <F _{0.05} | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.1.

Приложение В.8 – Содержание кальция в СВ у образцов люцерны в селекционном питомнике № 4 (СП-4)

| Сорта, селекционные образцы | Содержание кальция, % | | | | | | ± к st |
|--|-----------------------|------|------|------|------|---------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (м) (st) | 1,78 | 1,80 | 2,18 | 2,21 | 2,50 | 2,09 | - |
| 20-89 Н (м) | 2,05 | 2,07 | 2,22 | 1,98 | 2,72 | 2,20 | 0,11 |
| Vela × Сарга (м) | 1,68 | 1,83 | 1,86 | 2,13 | 2,89 | 2,07 | -0,02 |
| Vela × Находка (м) | 1,91 | 1,90 | 2,03 | 2,36 | 2,31 | 2,10 | 0,01 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 1,92 | 2,11 | 2,44 | 2,62 | 2,98 | 2,41 | 0,32 |
| 193-95 (м) | 1,98 | 2,18 | 2,21 | 2,37 | 2,86 | 2,32 | 0,23 |
| 101-2 (м) | 1,89 | 1,97 | 2,14 | 2,69 | 3,42 | 2,42 | 0,33 |
| Популяция ВС-08 (м) | 1,86 | 1,53 | 2,19 | 1,97 | 2,67 | 2,04 | -0,05 |
| 192-92 (м) | 1,82 | 1,75 | 2,14 | 2,31 | 2,45 | 2,09 | 0,00 |
| НСР ₀₅ | 0,11 | 0,20 | 0,16 | 0,25 | 0,33 | 0,24 | - |
| Способ посадки укорененными черенками (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (ч) (st) | 1,73 | 1,77 | 1,89 | 2,27 | 2,50 | 2,03 | - |
| 20-89 Н (ч) | 1,98 | 1,94 | 2,30 | 2,62 | 3,13 | 2,39 | 0,36 |
| Vela × Сарга (ч) | 1,96 | 2,22 | 1,97 | 2,26 | 2,95 | 2,27 | 0,24 |
| Vela × Находка (ч) | 1,68 | 1,65 | 1,95 | 2,15 | 2,49 | 1,98 | -0,04 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 1,08 | 1,72 | 1,89 | 1,95 | 2,31 | 1,79 | -0,24 |
| Находка × 193-95 (ч) | 2,01 | 2,04 | 1,95 | 2,55 | 2,58 | 2,23 | 0,20 |
| Артемиды (ч) | 1,66 | 1,90 | 2,21 | 2,64 | 2,95 | 2,27 | 0,24 |
| Находка × Сарга (ч) | 1,88 | 1,83 | 1,96 | 2,19 | 2,50 | 2,07 | 0,04 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 1,89 | 1,74 | 1,92 | 2,06 | 2,66 | 2,05 | 0,02 |
| 30-1 (ч) | 1,85 | 1,59 | 2,08 | 2,11 | 2,89 | 2,10 | 0,07 |
| 101-2 (ч) | 2,01 | 1,88 | 2,07 | 2,71 | 3,01 | 2,33 | 0,31 |
| НСР ₀₅ | 0,27 | 0,19 | 0,14 | 0,24 | 0,27 | 0,21 | - |
| Семенное размножение (g1) | | | | | | | |
| Уралочка (с) (st) | 1,72 | 1,81 | 2,30 | 1,83 | 2,48 | 2,03 | - |
| 20-89 Н (с) | 1,88 | 1,80 | 2,17 | 2,12 | 2,41 | 2,07 | 0,05 |
| Vela × Сарга (с) | 1,73 | 2,12 | 2,23 | 2,32 | 2,61 | 2,20 | 0,17 |
| Vela × Находка (с) | 1,80 | 2,13 | 2,02 | 2,38 | 2,71 | 2,21 | 0,18 |
| 193-95 (с) | 2,00 | 1,67 | 2,05 | 2,72 | 2,93 | 2,27 | 0,25 |
| Находка × 193-95 (с) | 1,90 | 1,78 | 2,01 | 2,14 | 2,39 | 2,04 | 0,02 |
| Находка × Сарга (с) | 1,92 | 1,45 | 2,28 | 2,27 | 2,66 | 2,12 | 0,09 |
| НСР ₀₅ | 0,10 | 0,24 | 0,12 | 0,27 | 0,19 | 0,26 | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.1.

Приложение В.9 – Содержание фосфора в СВ у образцов люцерны в селекционном питомнике № 4 (СП-4)

| Сорта, селекционные образцы | Содержание фосфора, % | | | | | | ± k st |
|--|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (м) (st) | 0,210 | 0,295 | 0,330 | 0,260 | 0,230 | 0,265 | - |
| 20-89 Н (м) | 0,285 | 0,285 | 0,285 | 0,263 | 0,226 | 0,269 | 0,004 |
| Vela × Сарга (м) | 0,310 | 0,320 | 0,285 | 0,258 | 0,219 | 0,278 | 0,013 |
| Vela × Находка (м) | 0,290 | 0,300 | 0,215 | 0,233 | 0,216 | 0,251 | -0,014 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 0,295 | 0,305 | 0,285 | 0,268 | 0,209 | 0,272 | 0,007 |
| 193-95 (м) | 0,270 | 0,300 | 0,290 | 0,275 | 0,253 | 0,278 | 0,013 |
| 101-2 (м) | 0,290 | 0,285 | 0,280 | 0,270 | 0,220 | 0,269 | 0,004 |
| Популяция ВС-08 (м) | 0,190 | 0,300 | 0,310 | 0,305 | 0,223 | 0,266 | 0,001 |
| 192-92 (м) | 0,300 | 0,290 | 0,205 | 0,213 | 0,226 | 0,247 | -0,018 |
| НСР ₀₅ | 0,042 | 0,011 | 0,041 | 0,026 | 0,012 | F _f <F _{0.05} | - |
| Способ посадки укорененными черенками (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (ч) (st) | 0,340 | 0,305 | 0,275 | 0,243 | 0,231 | 0,279 | - |
| 20-89 Н (ч) | 0,225 | 0,305 | 0,270 | 0,290 | 0,225 | 0,263 | -0,016 |
| Vela × Сарга (ч) | 0,305 | 0,310 | 0,245 | 0,243 | 0,226 | 0,266 | -0,013 |
| Vela × Находка (ч) | 0,190 | 0,275 | 0,255 | 0,283 | 0,216 | 0,244 | -0,035 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 0,300 | 0,285 | 0,295 | 0,268 | 0,244 | 0,278 | -0,001 |
| Находка × 193-95 (ч) | 0,215 | 0,290 | 0,255 | 0,233 | 0,191 | 0,237 | -0,042 |
| Артемиды (ч) | 0,265 | 0,265 | 0,300 | 0,270 | 0,270 | 0,274 | -0,005 |
| Находка × Сарга (ч) | 0,340 | 0,300 | 0,250 | 0,255 | 0,263 | 0,282 | 0,003 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 0,205 | 0,285 | 0,285 | 0,293 | 0,246 | 0,263 | -0,016 |
| 30-1 (ч) | 0,250 | 0,235 | 0,200 | 0,215 | 0,183 | 0,217 | -0,062 |
| 101-2 (ч) | 0,195 | 0,295 | 0,275 | 0,278 | 0,249 | 0,258 | -0,023 |
| НСР ₀₅ | 0,055 | 0,023 | 0,029 | 0,026 | 0,028 | F _f <F _{0.05} | - |
| Семенное размножение (g1) | | | | | | | |
| Уралочка (с) (st) | 0,320 | 0,285 | 0,295 | 0,258 | 0,249 | 0,281 | - |
| 20-89 Н (с) | 0,315 | 0,300 | 0,240 | 0,230 | 0,200 | 0,257 | -0,024 |
| Vela × Сарга (с) | 0,285 | 0,285 | 0,210 | 0,225 | 0,198 | 0,241 | -0,041 |
| Vela × Находка (с) | 0,280 | 0,265 | 0,250 | 0,265 | 0,263 | 0,265 | -0,017 |
| 193-95 (с) | 0,225 | 0,320 | 0,280 | 0,280 | 0,225 | 0,266 | -0,015 |
| Находка × 193-95 (с) | 0,200 | 0,280 | 0,275 | 0,283 | 0,211 | 0,250 | -0,032 |
| Находка × Сарга (с) | 0,185 | 0,300 | 0,235 | 0,283 | 0,231 | 0,247 | -0,035 |
| НСР ₀₅ | 0,055 | 0,018 | 0,030 | 0,024 | 0,024 | F _f <F _{0.05} | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.1.

Приложение В.10 – Содержание калия в СВ у образцов люцерны в селекционном питомнике № 4 (СП-4)

| Сорта, селекционные образцы | Содержание калия, % | | | | | | ± k st |
|--|---------------------|------|------|------|------|-----------------------------------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (м) (st) | 1,85 | 1,81 | 1,50 | 1,45 | 1,16 | 1,55 | - |
| 20-89 Н (м) | 1,39 | 1,83 | 1,70 | 1,71 | 1,42 | 1,61 | 0,06 |
| Vela × Сарга (м) | 1,75 | 1,66 | 1,57 | 1,59 | 1,39 | 1,59 | 0,04 |
| Vela × Находка (м) | 1,77 | 2,04 | 1,47 | 1,87 | 1,62 | 1,75 | 0,20 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 1,35 | 1,45 | 1,53 | 1,19 | 0,94 | 1,29 | -0,26 |
| 193-95 (м) | 1,47 | 1,79 | 1,60 | 1,72 | 1,48 | 1,61 | 0,06 |
| 101-2 (м) | 1,68 | 1,88 | 1,67 | 1,43 | 1,13 | 1,56 | 0,00 |
| Популяция ВС-08 (м) | 1,59 | 1,72 | 1,44 | 1,81 | 1,59 | 1,63 | 0,08 |
| 192-92 (м) | 1,68 | 1,71 | 1,31 | 1,46 | 1,21 | 1,47 | -0,08 |
| НСР ₀₅ | 0,17 | 0,16 | 0,12 | 0,22 | 0,23 | 0,19 | - |
| Способ посадки укорененными черенками (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (ч) (st) | 1,88 | 2,03 | 1,48 | 1,51 | 1,18 | 1,61 | - |
| 20-89 Н (ч) | 1,63 | 1,56 | 1,76 | 1,90 | 1,64 | 1,70 | 0,08 |
| Vela × Сарга (ч) | 1,78 | 2,00 | 1,97 | 1,69 | 1,45 | 1,78 | 0,16 |
| Vela × Находка (ч) | 1,89 | 1,90 | 1,05 | 1,84 | 1,57 | 1,65 | 0,04 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 1,62 | 1,85 | 1,40 | 1,66 | 1,40 | 1,58 | -0,03 |
| Находка × 193-95 (ч) | 1,80 | 1,84 | 1,29 | 1,07 | 0,92 | 1,38 | -0,23 |
| Артемиды (ч) | 1,58 | 1,75 | 1,33 | 1,77 | 1,47 | 1,58 | -0,04 |
| Находка × Сарга (ч) | 1,39 | 1,56 | 1,24 | 1,84 | 1,59 | 1,52 | -0,09 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 1,59 | 1,64 | 1,29 | 1,56 | 1,30 | 1,48 | -0,14 |
| 30-1 (ч) | 1,28 | 1,43 | 1,45 | 1,66 | 1,42 | 1,45 | -0,17 |
| 101-2 (ч) | 1,73 | 1,70 | 1,60 | 2,03 | 1,72 | 1,75 | 0,15 |
| НСР ₀₅ | 0,20 | 0,20 | 0,27 | 0,24 | 0,22 | F _f <F _{0.05} | - |
| Семенное размножение (g1) | | | | | | | |
| Уралочка (с) (st) | 1,74 | 1,91 | 1,37 | 1,61 | 1,38 | 1,60 | - |
| 20-89 Н (с) | 1,57 | 1,62 | 1,40 | 1,44 | 1,49 | 1,50 | -0,10 |
| Vela × Сарга (с) | 1,38 | 1,45 | 1,26 | 1,44 | 1,23 | 1,35 | -0,25 |
| Vela × Находка (с) | 1,42 | 1,28 | 1,39 | 1,39 | 1,16 | 1,33 | -0,28 |
| 193-95 (с) | 1,58 | 1,66 | 1,55 | 1,80 | 1,59 | 1,63 | 0,03 |
| Находка × 193-95 (с) | 1,88 | 1,91 | 1,30 | 1,64 | 1,38 | 1,62 | 0,02 |
| Находка × Сарга (с) | 1,40 | 1,39 | 1,50 | 2,10 | 1,78 | 1,63 | 0,03 |
| НСР ₀₅ | 0,19 | 0,25 | 0,10 | 0,25 | 0,21 | 0,23 | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.1.

Приложение В.11 – Облиственность сортов и селекционных образцов люцерны в селекционном питомнике № 4 (СП-4)

| Сорта, селекционные образцы | Облиственность, % | | | | | | ± к st |
|--|-------------------|------|------|------|------|-----------------------------------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | в сред. | |
| Способ пересадки маточных кустов (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (м) (st) | 38,0 | 48,0 | 55,0 | 52,5 | 65,0 | 51,7 | - |
| 20-89 Н (м) | 44,0 | 48,0 | 50,0 | 52,5 | 65,0 | 51,9 | 0,20 |
| Vela × Сарга (м) | 42,0 | 44,0 | 40,0 | 55,0 | 62,5 | 48,7 | -3,00 |
| Vela × Находка (м) | 40,0 | 56,0 | 50,0 | 47,5 | 67,5 | 52,2 | 0,50 |
| Сибирская 8 × 193-95 (м) | 46,0 | 48,0 | 50,0 | 47,5 | 70,0 | 52,3 | 0,60 |
| 193-95 (м) | 46,0 | 44,0 | 50,0 | 50,0 | 60,0 | 50,0 | -1,70 |
| 101-2 (м) | 38,0 | 48,0 | 50,0 | 52,5 | 62,5 | 50,2 | -1,50 |
| Популяция ВС-08 (м) | 40,0 | 48,0 | 50,0 | 57,5 | 62,5 | 51,6 | -0,10 |
| 192-92 (м) | 40,0 | 44,0 | 55,0 | 55,0 | 65,0 | 51,8 | 0,10 |
| НСР ₀₅ | 3,13 | 3,71 | 4,33 | 3,41 | 3,00 | F _f <F _{0.05} | - |
| Способ посадки укорененными черенками (g0) | | | | | | | |
| Уралочка (ч) (st) | 42,0 | 52,0 | 50,0 | 52,5 | 57,5 | 50,8 | - |
| 20-89 Н (ч) | 42,0 | 44,0 | 50,0 | 50,5 | 61,0 | 49,5 | -1,30 |
| Vela × Сарга (ч) | 40,0 | 52,0 | 50,0 | 45,0 | 57,5 | 48,9 | -1,90 |
| Vela × Находка (ч) | 48,0 | 48,0 | 55,0 | 55,0 | 62,5 | 53,7 | 2,90 |
| Сибирская 8 × 193-95 (ч) | 46,0 | 44,0 | 50,0 | 57,5 | 61,0 | 51,7 | 0,90 |
| Находка × 193-95 (ч) | 46,0 | 48,0 | 45,0 | 50,0 | 62,5 | 50,3 | -0,50 |
| Артемиды (ч) | 40,0 | 44,0 | 45,0 | 52,5 | 62,5 | 48,8 | -2,00 |
| Находка × Сарга (ч) | 44,0 | 48,0 | 55,0 | 52,5 | 60,0 | 51,9 | 1,10 |
| Популяция ВС-08 (ч) | 40,0 | 48,0 | 50,0 | 55,0 | 62,5 | 51,1 | 0,30 |
| 30-1 (ч) | 46,0 | 52,0 | 60,0 | 52,5 | 70,0 | 56,1 | 5,30 |
| 101-2 (ч) | 46,0 | 44,0 | 60,0 | 57,5 | 65,0 | 54,5 | 3,40 |
| НСР ₀₅ | 2,99 | 3,27 | 4,59 | 3,39 | 3,51 | 4,14 | - |
| Семенное размножение (g1) | | | | | | | |
| Уралочка (с) (st) | 40,0 | 48,0 | 50,0 | 52,5 | 65,0 | 51,1 | - |
| 20-89 Н (с) | 46,0 | 48,0 | 55,0 | 50,0 | 60,0 | 51,8 | 0,70 |
| Vela × Сарга (с) | 50,0 | 52,0 | 60,0 | 47,5 | 65,0 | 54,9 | 3,80 |
| Vela × Находка (с) | 46,0 | 44,0 | 55,0 | 52,5 | 60,0 | 51,5 | 0,40 |
| 193-95 (с) | 44,0 | 44,0 | 45,0 | 55,0 | 65,0 | 50,6 | -0,50 |
| Находка × 193-95 (с) | 46,0 | 44,0 | 50,0 | 55,0 | 62,5 | 51,5 | 0,40 |
| Находка × Сарга (с) | 48,0 | 48,0 | 55,0 | 52,5 | 65,0 | 53,7 | 2,60 |
| НСР ₀₅ | 3,15 | 3,02 | 4,88 | 2,67 | 2,38 | 4,37 | - |

Примечание: условные обозначения см. Приложение В.1.

Приложение Г. Дополнительный материал по оценке сложногогибридных популяций, созданных на основе форм с высокой самофертильностью в различных поколениях репродукции

Приложение Г.1 – Оценка потомства СГП различных циклов переопыления по содержанию общего протеина и макроэлементов в питомнике сравнительного испытания (2017-2021 гг.)

| Сорта, селекционные образцы | Репродукция | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | Среднее |
|-----------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Содержание протеин, % | | | | | | | |
| Сагра (st) | ПР 2 | 20,09 | 17,91 | 20,30 | 19,22 | 21,63 | 19,83 |
| | ЭС | 20,20 | 18,30 | 19,80 | 20,12 | 21,03 | 19,89 |
| | в среднем | 20,15 | 18,11 | 20,05 | 19,67 | 21,33 | 19,86 |
| СГП -1 | g1 | 23,34 | 19,27 | 21,44 | 16,92 | 18,11 | 19,82 |
| | g2 | 23,36 | 20,40 | 20,92 | 17,80 | 18,92 | 20,28 |
| | в среднем | 23,35 | 19,84 | 21,18 | 17,36 | 18,52 | 20,05 |
| СГП -2 | g1 | 19,67 | 23,30 | 19,92 | 17,40 | 18,16 | 19,69 |
| | g2 | 19,75 | 23,41 | 19,24 | 18,00 | 17,96 | 19,67 |
| | в среднем | 19,71 | 23,36 | 19,58 | 17,70 | 18,06 | 19,68 |
| СГП -3 | g1 | 18,45 | 19,16 | 19,24 | 14,34 | 18,71 | 17,98 |
| | g2 | 19,21 | 19,09 | 19,67 | 16,82 | 18,82 | 18,72 |
| | в среднем | 18,83 | 19,13 | 19,46 | 15,58 | 18,77 | 18,35 |
| НСР ₀₅ | | 2,09 | 2,34 | 0,92 | 2,01 | 1,67 | 2,16 |
| Содержание кальция, % | | | | | | | |
| Сагра (st) | ПР 2 | 1,66 | 1,86 | 2,6 | 2,57 | 2,46 | 2,23 |
| | ЭС | 1,47 | 1,98 | 2,68 | 2,71 | 2,38 | 2,24 |
| | в среднем | 1,57 | 1,92 | 2,64 | 2,64 | 2,42 | 2,24 |
| СГП -1 | g1 | 1,59 | 1,89 | 2,45 | 2,18 | 2,87 | 2,20 |
| | g2 | 1,62 | 2,36 | 2,22 | 2,12 | 2,67 | 2,20 |
| | в среднем | 1,61 | 2,13 | 2,34 | 2,15 | 2,77 | 2,20 |
| СГП -2 | g1 | 1,87 | 1,86 | 2,24 | 2,32 | 2,78 | 2,21 |
| | g2 | 1,99 | 2,19 | 2,59 | 1,98 | 2,58 | 2,27 |
| | в среднем | 1,93 | 2,03 | 2,42 | 2,15 | 2,68 | 2,24 |
| СГП -3 | g1 | 2,00 | 2,00 | 2,84 | 2,15 | 2,95 | 2,39 |
| | g2 | 1,90 | 1,97 | 2,44 | 2,98 | 2,63 | 2,38 |
| | в среднем | 1,95 | 1,99 | 2,64 | 2,57 | 2,79 | 2,39 |
| НСР ₀₅ | | 0,19 | 0,07 | 0,25 | 0,10 | 0,10 | 0,27 |
| Содержание фосфора, % | | | | | | | |
| Сагра (st) | ПР 2 | 0,290 | 0,300 | 0,215 | 0,218 | 0,204 | 0,245 |
| | ЭС | 0,312 | 0,294 | 0,234 | 0,242 | 0,204 | 0,257 |
| | в среднем | 0,301 | 0,297 | 0,225 | 0,230 | 0,204 | 0,251 |
| СГП -1 | g1 | 0,315 | 0,210 | 0,230 | 0,185 | 0,188 | 0,226 |
| | g2 | 0,321 | 0,223 | 0,250 | 0,197 | 0,196 | 0,237 |
| | в среднем | 0,318 | 0,217 | 0,240 | 0,191 | 0,192 | 0,232 |
| СГП -2 | g1 | 0,330 | 0,320 | 0,300 | 0,270 | 0,235 | 0,291 |
| | g2 | 0,374 | 0,316 | 0,321 | 0,301 | 0,263 | 0,315 |
| | в среднем | 0,352 | 0,318 | 0,311 | 0,286 | 0,249 | 0,303 |

| | | | | | | | |
|---------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| СГП -3 | g1 | 0,215 | 0,310 | 0,255 | 0,278 | 0,259 | 0,263 |
| | g2 | 0,219 | 0,296 | 0,277 | 0,276 | 0,249 | 0,263 |
| | в среднем | 0,217 | 0,303 | 0,266 | 0,277 | 0,254 | 0,263 |
| НСР ₀₅ | | 0,051 | 0,051 | 0,037 | 0,100 | 0,100 | 0,068 |
| Содержание калия, % | | | | | | | |
| Сагра (st) | ПР 2 | 1,47 | 1,64 | 1,24 | 1,68 | 1,41 | 1,48 |
| | ЭС | 1,56 | 1,68 | 1,22 | 1,62 | 1,51 | 1,52 |
| | в среднем | 1,51 | 1,66 | 1,23 | 1,65 | 1,46 | 1,50 |
| СГП -1 | g1 | 1,14 | 1,18 | 1,31 | 0,97 | 0,76 | 1,07 |
| | g2 | 1,23 | 1,21 | 1,29 | 1,12 | 1,21 | 1,21 |
| | в среднем | 1,18 | 1,19 | 1,30 | 1,05 | 0,99 | 1,14 |
| СГП -2 | g1 | 1,64 | 1,89 | 1,69 | 1,72 | 1,50 | 1,69 |
| | g2 | 1,82 | 1,88 | 1,72 | 1,83 | 1,63 | 1,78 |
| | в среднем | 1,73 | 1,89 | 1,70 | 1,77 | 1,56 | 1,73 |
| СГП -3 | g1 | 1,66 | 1,62 | 1,59 | 1,80 | 1,63 | 1,66 |
| | g2 | 1,68 | 1,71 | 1,64 | 1,86 | 1,79 | 1,74 |
| | в среднем | 1,67 | 1,66 | 1,61 | 1,83 | 1,71 | 1,70 |
| НСР ₀₅ | | 0,24 | 0,30 | 0,22 | 0,10 | 0,10 | 0,23 |

Приложение Г.2 – Качество кормовой массы СГП люцерны изменчивой в сравнении со стандартом в питомнике КСИ

| Сорта, селекционные образцы | Год исследований | | | | | В сред. | ± к st |
|------------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|--------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | | |
| Содержание протеина, % | | | | | | | |
| Сарга – st | 21,10 | 19,80 | 17,87 | 18,53 | 18,53 | 19,17 | - |
| СГП -1 | 21,50 | 21,35 | 18,24 | 19,28 | 18,28 | 19,73 | 0,56 |
| СГП -2 | 20,70 | 18,90 | 18,30 | 18,20 | 17,20 | 18,66 | -0,51 |
| СГП -3 | 21,80 | 19,70 | 18,62 | 17,07 | 17,07 | 18,85 | -0,31 |
| В среднем | 21,28 | 19,94 | 18,01 | 18,02 | 18,02 | 19,05 | -0,11 |
| НСР _{0.05} | 0,48 | 1,02 | 0,56 | 1,07 | 1,07 | F _f <F _{0.05} | - |
| Содержание валовой энергии, МДж/кг | | | | | | | |
| Сарга – st | 18,95 | 18,80 | 18,6 | 18,55 | 18,05 | 18,59 | - |
| СГП -1 | 18,9 | 18,95 | 18,85 | 18,60 | 18,35 | 18,73 | 0,14 |
| СГП -2 | 18,75 | 18,75 | 18,65 | 18,60 | 18,15 | 18,58 | -0,01 |
| СГП -3 | 18,95 | 18,65 | 19,05 | 18,50 | 18,30 | 18,69 | 0,10 |
| В среднем | 18,89 | 18,79 | 18,79 | 18,56 | 18,21 | 18,65 | 0,06 |
| НСР _{0.05} | 0,09 | 0,13 | 0,21 | 0,05 | 0,14 | F _f <F _{0.05} | - |
| Содержание КЕ | | | | | | | |
| Сарга – st | 0,80 | 0,82 | 0,85 | 0,81 | 0,83 | 0,82 | - |
| СГП -1 | 0,85 | 0,83 | 0,71 | 0,80 | 0,89 | 0,81 | -0,01 |
| СГП -2 | 0,82 | 0,80 | 0,77 | 0,73 | 0,78 | 0,78 | -0,041 |
| СГП -3 | 0,85 | 0,83 | 0,83 | 0,79 | 0,80 | 0,82 | -0,01 |
| В среднем | 0,83 | 0,82 | 0,79 | 0,78 | 0,82 | 0,81 | -0,01 |
| НСР _{0.05} | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,03 | 0,05 | F _f <F _{0.05} | - |
| Содержание кальция, % | | | | | | | |
| Сарга – st | 1,61 | 2,12 | 2,72 | 2,56 | 3,06 | 2,41 | - |
| СГП -1 | 1,93 | 2,31 | 2,26 | 2,44 | 2,99 | 2,38 | -0,03 |
| СГП -2 | 1,91 | 2,33 | 2,44 | 2,69 | 2,73 | 2,42 | 0,00 |
| СГП -3 | 2,14 | 2,25 | 2,09 | 2,50 | 2,77 | 2,35 | -0,06 |
| В среднем | 1,89 | 2,25 | 2,37 | 2,55 | 2,88 | 2,39 | -0,02 |
| НСР _{0.05} | 0,22 | 0,09 | 0,27 | 0,11 | 0,16 | F _f <F _{0.05} | - |
| Содержание фосфора, % | | | | | | | |
| Сарга – st | 0,300 | 0,288 | 0,235 | 0,205 | 0,230 | 0,252 | - |
| СГП -1 | 0,305 | 0,288 | 0,240 | 0,230 | 0,270 | 0,267 | 0,015 |
| СГП -2 | 0,310 | 0,305 | 0,255 | 0,225 | 0,240 | 0,267 | 0,015 |
| СГП -3 | 0,340 | 0,303 | 0,220 | 0,225 | 0,255 | 0,269 | 0,017 |
| В среднем | 0,319 | 0,301 | 0,238 | 0,221 | 0,251 | 0,266 | 0,014 |
| НСР _{0.05} | 0,028 | 0,017 | 0,014 | 0,011 | 0,019 | F _f <F _{0.05} | - |
| Содержание калия, % | | | | | | | |
| Сарга – st | 1,67 | 1,43 | 1,04 | 1,21 | 0,91 | 1,25 | - |
| СГП -1 | 1,82 | 1,83 | 1,16 | 1,09 | 0,91 | 1,36 | 0,11 |
| СГП -2 | 1,56 | 1,64 | 1,08 | 0,93 | 0,74 | 1,19 | -0,06 |
| СГП -3 | 1,59 | 1,44 | 1,06 | 0,94 | 0,82 | 1,17 | -0,08 |
| В среднем | 1,66 | 1,51 | 1,08 | 1,04 | 0,84 | 1,23 | -0,03 |
| НСР _{0.05} | 0,12 | 0,22 | 0,05 | 0,13 | 0,08 | F _f <F _{0.05} | - |
| Облиственность, % | | | | | | | |
| Сарга – st | 52,2 | 54,2 | 54,1 | 52,3 | 51,3 | 52,8 | - |
| СГП -1 | 51,1 | 50,2 | 50,1 | 53,1 | 46,3 | 50,2 | -2,66 |

| | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|------|------|------------------|-------|
| СГП -2 | 47,2 | 54,0 | 49,8 | 51,1 | 53,6 | 51,1 | -1,68 |
| СГП -3 | 44,0 | 52,0 | 52,3 | 54,5 | 52,3 | 51,0 | -1,80 |
| В среднем | 48,6 | 52,6 | 51,6 | 52,8 | 50,9 | 51,3 | -1,54 |
| НСР _{0.05} | 3,76 | 1,88 | 2,02 | 0,10 | 0,10 | $F_t < F_{0.05}$ | - |

Приложение Д. Дополнительный материал по изучению люцерны в питомнике конкурсного сортоиспытания № 4 закладки 2015 г. (КСИ 4)

Приложение Д.1 – Урожайность семян и СВ у образцов люцерны изменчивой в питомнике КСИ 4 (посев 2015г.)

| Сорта, селекционные образцы | Годы исследований | | | | | среднее | ± к st | Сv, % |
|-----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | | | |
| Урожайность семян, кг/га | | | | | | | | |
| Виктория (st) | 50,0 | 105, | 116,6 | 48,3 | 83,3 | 80,6 | - | 38,6 |
| 193-95 д | 54,0 | 125,0 | 118,3 | 53,3 | 85,0 | 87,1 | 6,5 | 39,1 |
| 20-89 Н | 36,7 | 90,0 | 96,6 | 66,6 | 88,3 | 75,6 | -5,0 | 32,4 |
| 197-06 | 30,5 | 93,0 | 110,0 | 28,3 | 50,0 | 62,4 | -18,3 | 59,7 |
| 196-06 | 36,7 | 98,0 | 83,3 | 48,3 | 65,8 | 66,4 | -14,2 | 37,6 |
| 198-06 | 30,0 | 102,0 | 78,3 | 35,0 | 48,3 | 58,7 | -21,9 | 52,2 |
| Уралочка | 63,3 | 105,0 | 78,3 | 81,6 | 75,0 | 80,6 | 0,0 | 18,9 |
| Находка | 52,3 | 112,0 | 83,3 | 63,3 | 75,0 | 77,2 | -3,5 | 29,4 |
| 204-06 | 31,0 | 74,0 | 65,0 | 66,6 | 75,8 | 62,5 | -18,2 | 29,1 |
| 210-06 | 26,7 | 81,0 | 58,3 | 43,3 | 58,3 | 53,5 | -27,1 | 37,7 |
| 199-06 | 30,8 | 103,0 | 78,3 | 81,6 | 108,3 | 80,4 | -0,2 | 38,1 |
| 203-06 | 51,7 | 100,0 | 95,0 | 50,0 | 36,7 | 66,7 | -14,0 | 43,2 |
| 202-06 | 31,7 | 109,0 | 73,3 | 110,0 | 130,8 | 91,0 | 10,3 | 42,9 |
| 15-87 Н | 61,2 | 126,0 | 143,3 | 101,6 | 80,0 | 102,4 | 21,8 | 32,5 |
| НСР ₀₅ | 3,8 | 9,5 | 8,8 | 5,9 | 5,6 | 12,0 | - | - |
| Урожай(ность) СВ, т/га | | | | | | | | |
| Виктория (st) | 8,74 | 7,88 | 5,94 | 2,56 | 2,41 | 5,51 | - | 53,4 |
| 193-95 д | 7,85 | 7,24 | 8,75 | 4,23 | 3,04 | 6,22 | 0,72 | 39,5 |
| 20-89 Н | 8,74 | 7,88 | 9,54 | 4,69 | 3,25 | 6,82 | 1,31 | 39,8 |
| 197-06 | 8,41 | 6,74 | 8,25 | 4,07 | 3,02 | 6,10 | 0,59 | 40,1 |
| 196-06 | 8,03 | 6,61 | 7,72 | 3,87 | 2,84 | 5,81 | 0,31 | 40,2 |
| 198-06 | 7,93 | 6,26 | 8,77 | 3,56 | 2,68 | 5,84 | 0,33 | 45,6 |
| Уралочка | 6,59 | 4,93 | 6,33 | 2,79 | 2,25 | 4,58 | -0,93 | 43,5 |
| Находка | 6,48 | 5,85 | 6,84 | 3,5 | 2,45 | 5,02 | -0,48 | 38,6 |
| 204-06 | 6,11 | 5,30 | 6,72 | 2,89 | 2,46 | 4,70 | -0,81 | 40,9 |
| 210-06 | 5,90 | 6,19 | 7,49 | 3,28 | 2,58 | 5,09 | -0,42 | 40,8 |
| 199-06 | 6,10 | 6,45 | 6,55 | 3,15 | 2,27 | 4,90 | -0,60 | 41,5 |
| 203-06 | 6,20 | 5,82 | 7,38 | 3,32 | 2,38 | 5,02 | -0,49 | 41,6 |
| 202-06 | 6,23 | 5,21 | 7,02 | 2,56 | 1,91 | 4,59 | -0,92 | 49,1 |
| 15-87 Н | 6,98 | 5,04 | 6,31 | 2,75 | 1,97 | 4,61 | -0,90 | 47,4 |
| НСР ₀₅ | 0,68 | 0,60 | 0,73 | 0,34 | 0,32 | 0,47 | - | - |

Приложение Д.2 – Содержание сырого протеина (СП) и переваримого протеина (ПП) в СВ образцов люцерны изменчивой в питомнике КСИ 4 (посев 2015 г.)

| Сорта, селекционные образцы | Годы исследований | | | | среднее | ± к st | Cv, % |
|-----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|---------|--------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2021 | | | |
| Виктория | 22,1 | 20,3 | 20,2 | 16,8 | 19,9 | - | 11,1 |
| 193-95 д | 22,4 | 20,9 | 17,3 | 19,2 | 19,9 | 0,1 | 11,0 |
| 20-89 Н | 21,1 | 20,4 | 18,4 | 18,3 | 19,5 | -0,3 | 7,2 |
| 197-06 | 20,7 | 20,7 | 20,4 | 19,1 | 20,2 | 0,4 | 3,8 |
| 196-06 | 23,2 | 19,8 | 18,5 | 19,3 | 20,2 | 0,3 | 10,2 |
| 198-06 | 21,9 | 21,6 | 17,1 | 20,3 | 20,2 | 0,4 | 10,8 |
| Уралочка | 22,0 | 19,1 | 18,8 | 18,6 | 19,6 | -0,2 | 8,1 |
| Находка | 23,8 | 19,8 | 18,0 | 18,1 | 19,9 | 0,1 | 13,6 |
| 204-06 | 21,8 | 19,9 | 18,5 | 19,5 | 19,9 | 0,1 | 7,0 |
| 210-06 | 21,6 | 20,6 | 18,9 | 18,9 | 20,0 | 0,1 | 6,7 |
| 199-06 | 23,4 | 19,0 | 18,6 | 19,4 | 20,1 | 0,2 | 11,1 |
| 203-06 | 23,3 | 19,5 | 19,0 | 18,3 | 20,0 | 0,1 | 11,3 |
| 202-06 | 21,3 | 18,3 | 15,8 | 18,4 | 18,5 | -1,4 | 12,2 |
| 15-87 Н | 20,0 | 17,2 | 14,3 | 16,6 | 17,0 | -2,8 | 13,7 |
| НСР ₀₅ | 1,10 | 1,13 | 1,61 | 1,00 | 1,4 | - | - |
| Содержание ПП, % | | | | | | | |
| Виктория | 16,50 | 15,00 | 14,85 | 12,25 | 14,65 | - | 12,0 |
| 193-95 д | 16,85 | 15,45 | 12,50 | 13,70 | 14,63 | -0,03 | 13,1 |
| 20-89 Н | 15,65 | 15,00 | 13,25 | 13,65 | 14,39 | -0,26 | 7,8 |
| 197-06 | 15,30 | 15,30 | 15,05 | 16,85 | 15,63 | 0,98 | 5,3 |
| 196-06 | 17,50 | 14,50 | 13,30 | 12,50 | 14,45 | -0,20 | 15,2 |
| 198-06 | 16,35 | 16,05 | 12,05 | 12,65 | 14,28 | -0,38 | 15,7 |
| Уралочка | 16,45 | 13,85 | 13,55 | 11,15 | 13,75 | -0,90 | 15,8 |
| Находка | 18,05 | 14,45 | 12,90 | 11,75 | 14,29 | -0,36 | 19,2 |
| 204-06 | 16,25 | 14,55 | 13,25 | 11,90 | 13,99 | -0,66 | 13,3 |
| 210-06 | 17,60 | 15,45 | 13,70 | 13,45 | 15,05 | 0,40 | 12,7 |
| 199-06 | 17,70 | 13,75 | 13,70 | 13,90 | 14,76 | 0,11 | 13,3 |
| 203-06 | 17,60 | 14,15 | 13,85 | 11,40 | 14,25 | -0,40 | 17,9 |
| 202-06 | 15,85 | 13,20 | 11,05 | 11,75 | 12,96 | -1,69 | 16,4 |
| 15-87 Н | 14,65 | 12,20 | 9,70 | 11,95 | 12,13 | -2,53 | 16,7 |
| НСР ₀₅ | 1,01 | 1,02 | 1,41 | 1,48 | 1,40 | - | - |

Приложение Д.3 – Содержание валовой энергии (ВЭ) и кормовых единиц (КЕ) в сухом веществе селекционных образцов люцерны в питомнике КСИ 4 (посев 2015г.)

| Сорта, селекционные образцы | Годы исследований | | | | среднее | ± к st | Cv, % |
|-----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|------------------|--------|-------|
| | 2017. | 2018 | 2019 | 2021 | | | |
| ВЭ, МДж/кг | | | | | | | |
| Виктория | 19,00 | 19,00 | 19,10 | 18,15 | 18,72 | - | 2,3 |
| 193-95 д | 18,95 | 18,8 | 18,85 | 18,55 | 18,75 | 0,03 | 0,9 |
| 20-89 Н | 18,75 | 18,75 | 18,90 | 18,30 | 18,62 | -0,10 | 1,4 |
| 197-06 | 18,85 | 18,55 | 19,05 | 18,80 | 18,78 | 0,06 | 1,0 |
| 196-06 | 18,95 | 18,75 | 18,90 | 18,15 | 18,65 | -0,07 | 1,8 |
| 198-06 | 19,05 | 18,9 | 18,60 | 18,10 | 18,67 | -0,05 | 1,9 |
| Уралочка | 18,95 | 18,7 | 19,10 | 18,05 | 18,66 | -0,06 | 2,2 |
| Находка | 19,00 | 18,6 | 18,75 | 18,35 | 18,65 | -0,07 | 1,3 |
| 204-06 | 19,05 | 18,6 | 18,95 | 18,35 | 18,72 | 0,00 | 1,5 |
| 210-06 | 19,05 | 18,7 | 18,90 | 18,35 | 18,64 | -0,08 | 1,9 |
| 199-06 | 19,15 | 18,6 | 19,00 | 18,40 | 18,69 | -0,03 | 2,0 |
| 203-06 | 19,20 | 18,7 | 18,75 | 18,25 | 18,64 | -0,08 | 2,1 |
| 202-06 | 19,05 | 18,6 | 18,45 | 18,15 | 18,51 | -0,21 | 1,9 |
| 15-87 Н | 18,75 | 18,5 | 18,65 | 18,15 | 18,46 | -0,26 | 1,4 |
| НСР 05 | 0,13 | 0,14 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | - | - |
| Содержание КЕ | | | | | | | |
| Виктория | 0,84 | 0,82 | 0,87 | 0,78 | 0,82 | | 4,6 |
| 193-95 д | 0,79 | 0,80 | 0,75 | 0,75 | 0,77 | -0,05 | 3,6 |
| 20-89 Н | 0,78 | 0,78 | 0,73 | 0,77 | 0,76 | -0,06 | 3,4 |
| 197-06 | 0,79 | 0,87 | 0,77 | 0,83 | 0,81 | -0,01 | 5,7 |
| 196-06 | 0,85 | 0,89 | 0,82 | 0,85 | 0,85 | 0,02 | 3,4 |
| 198-06 | 0,81 | 0,83 | 0,82 | 0,79 | 0,81 | -0,01 | 2,2 |
| Уралочка | 0,81 | 0,73 | 0,80 | 0,79 | 0,78 | -0,04 | 4,4 |
| Находка | 0,86 | 0,77 | 0,67 | 0,79 | 0,77 | -0,05 | 9,9 |
| 204-06 | 0,82 | 0,77 | 0,72 | 0,85 | 0,79 | -0,04 | 7,5 |
| 210-06 | 0,82 | 0,78 | 0,83 | 0,81 | 0,81 | -0,01 | 3,0 |
| 199-06 | 0,86 | 0,78 | 0,78 | 0,86 | 0,82 | -0,01 | 5,7 |
| 203-06 | 0,86 | 0,78 | 0,84 | 0,85 | 0,83 | 0,00 | 4,3 |
| 202-06 | 0,83 | 0,79 | 0,73 | 0,86 | 0,80 | -0,03 | 7,0 |
| 15-87 Н | 0,78 | 0,75 | 0,71 | 0,90 | 0,78 | -0,04 | 10,8 |
| НСР 05 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | $F_f < F_{0.05}$ | - | - |

Приложение Д.4 – Содержание кальция (Са), фосфора (Р) и калия (К) в СВ сортов и селекционных образцов люцерны в питомнике КСИ 4 (посев 2015 г.)

| Сорта, селекционные образцы | Годы исследований | | | | | среднее | ± к st | Cv, % |
|-----------------------------|-------------------|------|------|------|------|-------------|--------|-------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | | | |
| Виктория | 1,72 | 1,84 | 2,06 | 2,54 | 2,77 | 2,19 | - | 20,7 |
| 193-95 д | 2,03 | 2,27 | 2,29 | 2,65 | 2,63 | 2,37 | 0,19 | 11,1 |
| 20-89 Н | 2,09 | 2,23 | 2,20 | 3,11 | 2,93 | 2,51 | 0,33 | 18,7 |
| 197-06 | 2,14 | 2,20 | 2,10 | 2,51 | 2,35 | 2,26 | 0,07 | 7,5 |
| 196-06 | 2,11 | 2,18 | 2,33 | 2,60 | 2,92 | 2,43 | 0,24 | 13,7 |
| 198-06 | 1,77 | 2,36 | 2,56 | 2,43 | 2,98 | 2,42 | 0,23 | 18,1 |
| Уралочка | 1,81 | 2,26 | 1,87 | 2,83 | 2,45 | 2,24 | 0,06 | 18,9 |
| Находка | 1,92 | 2,14 | 2,14 | 2,54 | 2,59 | 2,26 | 0,08 | 12,6 |
| 204-06 | 1,65 | 2,05 | 1,90 | 2,54 | 2,40 | 2,11 | -0,08 | 17,2 |
| 210-06 | 1,79 | 2,12 | 2,25 | 2,58 | 2,64 | 2,28 | 0,09 | 15,3 |
| 199-06 | 1,66 | 2,17 | 1,96 | 2,83 | 2,63 | 2,25 | 0,06 | 21,3 |
| 203-06 | 1,57 | 1,97 | 2,23 | 2,62 | 2,27 | 2,13 | -0,06 | 18,3 |
| 202-06 | 1,79 | 2,10 | 2,28 | 2,66 | 2,49 | 2,26 | 0,08 | 15,1 |
| 15-87 Н | 1,75 | 2,10 | 2,11 | 2,76 | 2,89 | 2,32 | 0,13 | 20,9 |
| НСР ₀₅ | 0,18 | 0,13 | 0,18 | 0,18 | 0,23 | 0,19 | - | - |
| Виктория | 0,34 | 0,32 | 0,23 | 0,19 | 0,21 | 0,26 | - | 26,8 |
| 193-95 д | 0,34 | 0,32 | 0,22 | 0,23 | 0,24 | 0,27 | 0,01 | 21,0 |
| 20-89 Н | 0,31 | 0,30 | 0,25 | 0,25 | 0,27 | 0,28 | 0,02 | 9,9 |
| 197-06 | 0,30 | 0,30 | 0,28 | 0,26 | 0,28 | 0,28 | 0,03 | 6,0 |
| 196-06 | 0,33 | 0,32 | 0,23 | 0,22 | 0,24 | 0,27 | 0,01 | 20,4 |

| | | | | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|-------------|-------|-------------|
| 198-06 | 0,33 | 0,35 | 0,24 | 0,25 | 0,26 | 0,28 | 0,03 | 17,5 |
| Уралочка | 0,31 | 0,31 | 0,27 | 0,24 | 0,23 | 0,27 | 0,01 | 14,5 |
| Находка | 0,33 | 0,29 | 0,24 | 0,21 | 0,24 | 0,26 | 0,00 | 18,6 |
| 204-06 | 0,33 | 0,28 | 0,24 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,01 | 15,6 |
| 210-06 | 0,30 | 0,27 | 0,24 | 0,22 | 0,24 | 0,25 | 0,00 | 12,3 |
| 199-06 | 0,32 | 0,29 | 0,23 | 0,22 | 0,24 | 0,26 | 0,00 | 17,5 |
| 203-06 | 0,34 | 0,27 | 0,24 | 0,21 | 0,25 | 0,26 | 0,01 | 19,3 |
| 202-06 | 0,31 | 0,27 | 0,21 | 0,23 | 0,24 | 0,25 | -0,01 | 16,4 |
| 15-87 Н | 0,25 | 0,25 | 0,21 | 0,24 | 0,23 | 0,24 | -0,02 | 7,2 |
| НСР ₀₅ | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | - | - |
| Виктория | 1,97 | 1,67 | 1,44 | 0,98 | 0,86 | 1,38 | 0,13 | 33,7 |
| 193-95 д | 1,67 | 1,40 | 1,02 | 0,97 | 0,79 | 1,17 | -0,08 | 30,7 |
| 20-89 Н | 1,57 | 1,42 | 1,08 | 0,92 | 0,79 | 1,15 | -0,10 | 28,7 |
| 197-06 | 1,28 | 1,34 | 1,20 | 0,98 | 0,80 | 1,12 | -0,13 | 20,2 |
| 196-06 | 1,34 | 1,80 | 1,19 | 0,91 | 0,76 | 1,20 | -0,05 | 33,8 |
| 198-06 | 1,38 | 1,35 | 1,01 | 1,08 | 0,79 | 1,12 | -0,13 | 22,0 |
| Уралочка | 1,80 | 1,52 | 1,48 | 1,16 | 0,96 | 1,38 | 0,13 | 23,9 |
| Находка | 1,82 | 1,53 | 1,28 | 1,12 | 1,01 | 1,35 | 0,10 | 24,0 |
| 204-06 | 1,86 | 1,59 | 1,33 | 1,28 | 0,93 | 1,40 | 0,15 | 24,9 |
| 210-06 | 1,89 | 1,60 | 1,19 | 1,31 | 0,92 | 1,38 | 0,13 | 27,1 |
| 199-06 | 2,04 | 1,62 | 1,31 | 1,21 | 0,89 | 1,41 | 0,16 | 31,0 |
| 203-06 | 1,91 | 1,46 | 1,31 | 1,13 | 1,00 | 1,36 | 0,11 | 25,9 |
| 202-06 | 1,82 | 1,55 | 1,18 | 1,17 | 0,91 | 1,33 | 0,07 | 27,0 |
| 15-87 Н | 1,86 | 1,51 | 1,33 | 1,34 | 1,04 | 1,41 | 0,16 | 21,2 |
| НСР ₀₅ | 0,24 | 0,13 | 0,14 | 0,14 | 0,10 | 0,13 | - | - |

Приложение Е. Дополнительный материал по сравнительному изучению сортов различного географического происхождения в условиях Среднего Урала

Приложение Е.1 – Урожайность СВ различных сортов люцерны изменчивой (посев 2015 г.)

| Сорта | Урожайность СВ, кг / 10 м ² | | | | | | ± к st | % к st | Cv, % |
|-----------------------------|--|------|------|------|------|---------|--------|--------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | среднее | | | |
| Сарга Россия (st), | 5,23 | 3,83 | 2,28 | 2,20 | 1,47 | 3,00 | - | - | 50,4 |
| Виктория, Россия | 5,02 | 3,69 | 3,28 | 2,77 | 2,20 | 3,39 | 0,39 | 113,0 | 31,5 |
| Уралочка, Россия | 3,47 | 1,86 | 1,36 | 1,57 | 1,56 | 1,96 | -1,04 | 65,4 | 43,8 |
| Вела, Россия | 1,44 | 1,83 | 0,30 | 0,39 | 0,67 | 0,93 | -2,08 | 30,8 | 73,0 |
| Таисия, Россия | 4,47 | 3,55 | 2,15 | 2,23 | 2,65 | 3,01 | 0,01 | 100,3 | 32,8 |
| Находка, Россия | 1,89 | 1,42 | 0,54 | 0,89 | 0,63 | 1,07 | -1,93 | 35,8 | 53,1 |
| Дарья, Россия | 6,63 | 3,96 | 2,89 | 4,60 | 1,36 | 3,89 | 0,89 | 129,5 | 50,5 |
| Изумруда, Россия | 6,39 | 3,12 | 3,41 | 3,84 | 3,61 | 4,07 | 1,07 | 135,7 | 32,4 |
| Милена, Россия | 4,99 | 2,04 | 0,86 | 0,78 | 0,7 | 1,87 | -1,13 | 62,4 | 97,5 |
| Гюзель, Россия | 5,76 | 3,62 | 2,29 | 3,41 | 2,49 | 3,51 | 0,51 | 117,1 | 39,3 |
| Тулунская гибридная, Россия | 4,85 | 3,00 | 2,22 | 1,39 | 1,13 | 2,52 | -0,48 | 83,9 | 59,4 |
| Белорусская, Беларусь | 4,72 | 3,56 | 2,39 | 4,53 | 1,72 | 3,38 | 0,38 | 112,7 | 38,8 |
| Verko, Германия | 3,04 | 1,81 | 0,52 | 0,43 | 0,71 | 1,30 | -1,70 | 43,4 | 85,9 |
| Alfa, Нидерланды | 2,61 | 1,5 | 0,87 | 0,60 | 0,61 | 1,24 | -1,76 | 41,2 | 68,6 |
| Artemis, Нидерланды | 5,57 | 1,87 | 1,37 | 0,81 | 0,95 | 2,11 | -0,89 | 70,4 | 93,5 |
| Гибралтар, Дания | 0,85 | 0,19 | 0,49 | 0,84 | 0,5 | 0,57 | -2,43 | 19,1 | 48,3 |
| Super Nova, Дания | 2,63 | 2,21 | 0,86 | 1,43 | 0,94 | 1,61 | -1,39 | 53,8 | 48,4 |
| Fortuna, Дания | 1,61 | 1,44 | 0,54 | 0,79 | 1,11 | 1,10 | -1,90 | 36,6 | 40,4 |
| Relaks, Дания | 2,38 | 1,65 | 1,27 | 0,76 | 0,34 | 1,28 | -1,72 | 42,6 | 61,8 |
| Saskiya, Дания | 3,54 | 1,53 | 1,03 | 1,03 | 0,94 | 1,61 | -1,39 | 53,8 | 68,2 |
| Gong Nong № 1, Китай | 1,40 | 0,90 | 0,96 | 0,64 | 0,75 | 0,93 | -2,07 | 31,0 | 31,3 |
| В среднем | 3,74 | 2,31 | 1,52 | 1,71 | 1,29 | 2,11 | -0,89 | 70,4 | 46,6 |
| НСР _{0.05} | 0,33 | 0,21 | 0,15 | 0,21 | 0,24 | 0,84 | - | - | - |

Приложение Е.2 – Урожайность семян различных сортов люцерны изменчивой (посев 2015 г.)

| Сорта | Урожайность семян, г /10 м ² | | | | | | | ± к st | % к st | Сv, % |
|-----------------------------|---|-------|-------|-------|-------|------|---------|--------|--------|-------|
| | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | среднее | | | |
| Сарга, Россия (st) | 77,8 | 39,6 | 95,8 | 62,5 | 95,8 | 88,2 | 76,6 | - | - | 28,8 |
| Виктория, Россия | 68,3 | 104,2 | 153,3 | 141,6 | 127,8 | 85,4 | 113,4 | 36,8 | 148,1 | 29,2 |
| Уралочка, Россия | 31,1 | 81,3 | 110,4 | 102,1 | 108,3 | 85,4 | 86,4 | 9,8 | 112,8 | 34,3 |
| Вела, Россия | 7,9 | 27,5 | 54,2 | 16,7 | 37,5 | 29,2 | 28,8 | -47,8 | 37,6 | 56,1 |
| Таисия, Россия | 31,9 | 14,6 | 76,3 | 37,5 | 45,8 | 20,8 | 37,8 | -38,8 | 49,4 | 58,0 |
| Находка, Россия | 13,1 | 45,8 | 108,3 | 70,8 | 87,5 | 81,3 | 67,8 | -8,8 | 88,5 | 49,8 |
| Дарья, Россия | 23,2 | 11,3 | 58,3 | 25,0 | 27,1 | 18,7 | 27,3 | -49,4 | 35,6 | 59,4 |
| Изумруда, Россия | 13,5 | 14,6 | 95,8 | 45,8 | 41,7 | 18,7 | 38,4 | -38,3 | 50,1 | 81,9 |
| Милена, Россия | 33,6 | 12,5 | 43,8 | 31,3 | 45,8 | 45,8 | 35,5 | -41,2 | 46,3 | 36,4 |
| Гюзель, Россия | 27,8 | 10,4 | 65,4 | 31,3 | 100 | 54,2 | 48,2 | -28,4 | 62,9 | 66,6 |
| Тулунская гибридная, Россия | 23,3 | 14,6 | 66,7 | 33,3 | 54,2 | 20,8 | 35,5 | -41,1 | 46,3 | 58,2 |
| Белорусская, Беларусь | 11,7 | 14,6 | 72,1 | 31,3 | 41,7 | 18,7 | 31,7 | -44,9 | 41,4 | 71,9 |
| Verko, Германия | 3,1 | 15,0 | 42,9 | 31,3 | 16,6 | 27,1 | 22,7 | -54,0 | 29,6 | 61,8 |
| Alfa, Нидерланды | 4,8 | 22,1 | 75 | 47,9 | 29,2 | 41,6 | 36,8 | -39,9 | 48,0 | 65,5 |
| Artemis, Нидерланды | 19,6 | 12,5 | 77,1 | 45,8 | 39,6 | 29,2 | 37,3 | -39,3 | 48,7 | 61,8 |
| Гибралтар, Дания | 10,8 | 8,3 | 33,3 | 16,7 | 20,8 | 39,6 | 21,6 | -55,0 | 28,2 | 57,8 |
| Super Nova, Дания | 8,9 | 13,3 | 45,8 | 22,9 | 37,5 | 27,1 | 25,9 | -50,7 | 33,8 | 54,3 |
| Fortuna, Дания | 15 | 17,9 | 50,0 | 29,2 | 37,5 | 29,2 | 29,8 | -46,8 | 38,9 | 43,2 |
| Relaks, Дания | 4,4 | 25 | 60,4 | 22,9 | 33,3 | 43,8 | 31,6 | -45,0 | 41,3 | 60,6 |
| Saskiya, Дания | 8,5 | 11,3 | 61,7 | 41,7 | 16,6 | 22,9 | 27,1 | -49,5 | 35,4 | 76,2 |
| Gong Nong № 1, Китай | 3,7 | 8,3 | 52,1 | 20,8 | 37,5 | 33,3 | 26,0 | -50,7 | 33,9 | 71,1 |
| В среднем | 21,0 | 25,0 | 71,0 | 43,0 | 52,0 | 41,0 | 42,2 | -34,4 | 55,1 | 43,5 |
| НСР _{0.05} | 1,9 | 2,2 | 6,4 | 4,2 | 3,1 | 2,7 | 15,1 | - | - | - |

Приложение Е.3 – Содержание СВ у различных сортов люцерны изменчивой (посев 2015 г.)

| Сорта | Содержание СВ, % | | | | | | ± к st | % к st | Cv, % |
|-----------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|--------|--------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | среднее | | | |
| Сарга Россия (st), | 21,6 | 23,0 | 25,1 | 22,0 | 24,5 | 23,23 | - | - | 6,5 |
| Виктория, Россия | 17,6 | 22,1 | 21,9 | 29,8 | 25,6 | 23,40 | 0,17 | 100,7 | 19,5 |
| Уралочка, Россия | 21,0 | 22,3 | 23,4 | 23,8 | 26,0 | 23,32 | 0,09 | 100,4 | 7,9 |
| Вела, Россия | 24,0 | 21,9 | 18,8 | 24,4 | 26,8 | 23,17 | -0,06 | 99,8 | 13,0 |
| Таисия, Россия | 21,5 | 20,3 | 23,6 | 24,5 | 24,1 | 22,80 | -0,43 | 98,1 | 8,0 |
| Находка, Россия | 22,8 | 24,4 | 22,5 | 27,0 | 25,2 | 24,36 | 1,13 | 104,9 | 7,5 |
| Дарья, Россия | 20,9 | 21,8 | 23,1 | 22,1 | 24,8 | 22,55 | -0,69 | 97,0 | 6,6 |
| Изумруда, Россия | 22,0 | 20,8 | 24,2 | 24,3 | 22,6 | 22,77 | -0,46 | 98,0 | 6,6 |
| Милена, Россия | 22,6 | 23,3 | 21,0 | 23,6 | 24,1 | 22,93 | -0,30 | 98,7 | 5,4 |
| Гюзель, Россия | 20,9 | 22,9 | 25,2 | 22,7 | 26,2 | 23,58 | 0,35 | 101,5 | 8,9 |
| Тулунская гибридная, Россия | 21,6 | 22,5 | 22,4 | 21,1 | 22,6 | 22,03 | -1,20 | 94,8 | 3,1 |
| Белорусская, Беларусь | 22,7 | 21,4 | 22,3 | 23,7 | 24,6 | 22,93 | -0,30 | 98,7 | 5,4 |
| Verko, Германия | 19,7 | 20,7 | 21,7 | 26,9 | 23,7 | 22,53 | -0,70 | 97,0 | 12,6 |
| Alfa, Нидерланды | 22,1 | 22,5 | 21,2 | 25,0 | 24,4 | 23,05 | -0,19 | 99,2 | 6,9 |
| Artemis, Нидерланды | 22,3 | 20,4 | 20,8 | 25,3 | 23,8 | 22,50 | -0,73 | 96,8 | 9,2 |
| Гибралтар, Дания | 20,7 | 22,9 | 19,6 | 26,3 | 19,2 | 21,74 | -1,49 | 93,6 | 13,3 |
| Super Nova, Дания | 22,5 | 24,1 | 21,0 | 24,7 | 22,9 | 23,03 | -0,20 | 99,1 | 6,3 |
| Fortuna, Дания | 21,5 | 19,2 | 22,5 | 23,9 | 23,6 | 22,14 | -1,09 | 95,3 | 8,6 |
| Relaks, Дания | 20,5 | 22,0 | 21,9 | 23,8 | 22,7 | 22,17 | -1,07 | 95,4 | 5,3 |
| Saskiya, Дания | 20,2 | 22,4 | 21,0 | 25,1 | 23,5 | 22,45 | -0,78 | 96,7 | 8,7 |
| Gong Nong № 1, Китай | 20,9 | 20,8 | 19,6 | 26,7 | 25,0 | 22,59 | -0,64 | 97,2 | 13,6 |
| В среднем | 21,41 | 21,98 | 22,03 | 24,60 | 24,09 | 22,82 | -0,41 | 98,2 | 6,2 |
| НСР _{0.05} | 0,76 | 0,75 | 0,99 | 1,14 | 0,94 | F _r <F _{0.05} | - | - | - |

Приложение Е.4 – Облиственность различных сортов люцерны изменчивой (посев 2015 г.)

| Сорта | Облиственность, % | | | | | | ± к st | % к st | Cv, % |
|-----------------------------|-------------------|------|------|------|------|---------|--------|--------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | среднее | | | |
| Сарга, Россия (st) | 52,0 | 56,0 | 60,0 | 57,5 | 63,3 | 57,8 | - | - | 7,3 |
| Виктория, Россия | 44,0 | 48,0 | 60,0 | 57,5 | 64,1 | 54,7 | -3,0 | 94,7 | 15,4 |
| Уралочка, Россия | 42,0 | 48,0 | 50,0 | 49,5 | 57,5 | 49,4 | -8,4 | 85,5 | 11,2 |
| Вела, Россия | 52,0 | 44,0 | 0,0 | 55,0 | 62,5 | 42,7 | -4,4 | 92,4 | 14,3 |
| Таисия, Россия | 46,0 | 52,0 | 55,0 | 55,0 | 62,5 | 54,1 | -3,7 | 93,7 | 11,0 |
| Находка, Россия | 42,0 | 40,0 | 50,0 | 50,0 | 60,0 | 48,4 | -9,4 | 83,8 | 16,4 |
| Дарья, Россия | 44,0 | 52,0 | 65,0 | 57,5 | 65,0 | 56,7 | -1,1 | 98,2 | 15,8 |
| Изумруда, Россия | 40,0 | 52,0 | 55,0 | 52,5 | 67,5 | 53,4 | -4,4 | 92,5 | 18,3 |
| Милена, Россия | 40,0 | 44,0 | 45,0 | 55,0 | 62,5 | 49,3 | -8,5 | 85,4 | 18,7 |
| Гюзель, Россия | 42,0 | 44,0 | 60,0 | 52,5 | 65,0 | 52,7 | -5,1 | 91,2 | 18,9 |
| Тулунская гибридная, Россия | 38,0 | 52,0 | 55,0 | 45,0 | 62,5 | 50,5 | -7,3 | 87,4 | 18,6 |
| Белорусская, Беларусь | 42,0 | 52,0 | 50,0 | 45,0 | 62,5 | 50,3 | -7,5 | 87,1 | 15,7 |
| Verko, Германия | 46,0 | 48,0 | 55,0 | 52,5 | 62,5 | 52,8 | -5,0 | 91,4 | 12,3 |
| Alfa, Нидерланды | 54,0 | 52,0 | 55,0 | 47,5 | 60,0 | 53,7 | -4,1 | 93,0 | 8,5 |
| Artemis, Нидерланды | 46,0 | 52,0 | 55,0 | 55,0 | 52,5 | 52,1 | -5,7 | 90,2 | 7,1 |
| Гибралтар, Дания | 46,0 | 48,0 | 0,0 | 47,5 | 52,5 | 38,8 | -9,3 | 84,0 | 5,8 |
| Super Nova, Дания | 50,0 | 48,0 | 50,0 | 52,5 | 65,0 | 53,1 | -4,7 | 91,9 | 12,9 |
| Fortuna, Дания | 44,0 | 44,0 | 45,0 | 52,5 | 57,5 | 48,6 | -9,2 | 84,1 | 12,6 |
| Relaks, Дания | 50,0 | 48,0 | 50,0 | 52,5 | 72,5 | 54,6 | -3,2 | 94,5 | 18,6 |
| Saskiya, Дания | 42,0 | 48,0 | 55,0 | 57,5 | 65,0 | 53,5 | -4,3 | 92,6 | 16,5 |
| Gong Nong № 1, Китай | 40,0 | 48,0 | 55,0 | 50,0 | 65,0 | 51,6 | -6,2 | 89,3 | 17,9 |
| В среднем | 44,9 | 48,6 | 48,8 | 52,4 | 62,3 | 51,4 | -5,4 | 90,7 | 12,5 |
| НСР _{0.05} | 5,1 | 5,3 | 5,1 | 5,4 | 6,1 | 9,2 | - | - | - |

Приложение Е.5 – Содержание сырого протеина в СВ сортов люцерны изменчивой (посев 2015 г.)

| Сорта | Содержание сырого протеина в СВ, % | | | | | | ± к st | % к st | Cv, % |
|-----------------------------|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|-------|
| | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | среднее | | | |
| Сарга Россия (st), | 20,09 | 17,91 | 20,30 | 19,22 | 20,41 | 19,59 | - | - | 5,3 |
| Виктория, Россия | 19,20 | 21,35 | 17,28 | 17,76 | 18,04 | 18,73 | -0,86 | 95,6 | 8,7 |
| Уралочка, Россия | 18,01 | 19,08 | 19,70 | 18,53 | 18,21 | 18,71 | -0,88 | 95,5 | 3,7 |
| Вела, Россия | 18,68 | 20,98 | 18,39 | 18,97 | 20,89 | 19,58 | 0,01 | 100,0 | 6,4 |
| Таисия, Россия | 17,82 | 19,12 | 20,32 | 18,38 | 16,69 | 18,47 | -1,12 | 94,3 | 7,4 |
| Находка, Россия | 17,35 | 20,98 | 16,93 | 14,26 | 16,66 | 17,24 | -2,35 | 88,0 | 14,0 |
| Дарья, Россия | 19,41 | 20,60 | 19,23 | 14,64 | 17,82 | 18,34 | -1,25 | 93,6 | 12,5 |
| Изумруда, Россия | 19,56 | 17,24 | 16,80 | 14,84 | 17,34 | 17,16 | -2,43 | 87,6 | 9,8 |
| Милена, Россия | 18,41 | 19,50 | 19,22 | 16,92 | 21,00 | 19,01 | -0,58 | 97,1 | 7,9 |
| Гюзель, Россия | 19,65 | 20,58 | 16,50 | 16,18 | 16,98 | 17,98 | -1,61 | 91,8 | 11,1 |
| Тулунская гибридная, Россия | 20,26 | 22,73 | 19,09 | 20,21 | 22,03 | 20,86 | 1,28 | 106,5 | 7,1 |
| Белорусская, Беларусь | 17,73 | 21,09 | 22,97 | 17,92 | 22,38 | 20,42 | 0,83 | 104,2 | 12,1 |
| Verko, Германия | 18,91 | 19,33 | 17,11 | 18,60 | 18,16 | 18,42 | -1,16 | 94,1 | 4,6 |
| Alfa, Нидерланды | 14,93 | 18,20 | 17,35 | 19,16 | 19,67 | 17,86 | -1,72 | 91,2 | 10,4 |
| Artemis, Нидерланды | 20,87 | 18,66 | 21,89 | 17,90 | 19,15 | 19,69 | 0,11 | 100,6 | 8,3 |
| Гибралтар, Дания | 19,64 | 19,22 | 20,31 | 16,30 | 18,00 | 18,69 | -0,89 | 95,4 | 8,5 |
| Super Nova, Дания | 18,47 | 19,59 | 22,20 | 17,20 | 17,34 | 18,96 | -0,63 | 96,8 | 10,8 |
| Fortuna, Дания | 19,19 | 19,58 | 17,96 | 16,20 | 19,01 | 18,39 | -1,20 | 93,9 | 7,4 |
| Relaks, Дания | 20,67 | 19,27 | 22,83 | 20,39 | 21,17 | 20,87 | 1,28 | 106,5 | 6,2 |
| Saskiуа, Дания | 20,56 | 18,43 | 17,96 | 16,69 | 17,23 | 18,17 | -1,41 | 92,8 | 8,2 |
| Gong Nong № 1, Китай | 20,28 | 20,77 | 23,43 | 16,71 | 20,93 | 20,42 | 0,84 | 104,3 | 11,8 |
| В среднем | 19,03 | 19,72 | 19,42 | 17,48 | 19,01 | 18,93 | -0,65 | 96,7 | 4,6 |
| НСР _{0.05} | 0,80 | 0,77 | 1,28 | 0,99 | 1,06 | 1,90 | - | - | - |

Приложение Е.6 – Содержание переваримого протеина в СВ сортов люцерны изменчивой (посев 2015 г.)

| Сорта | Содержание переваримого протеина в СВ, % | | | | | | ± к st | % к st | Cv, % |
|-----------------------------|--|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | среднее | | | |
| Сарга Россия (st), | 15,45 | 12,85 | 15,20 | 14,55 | 15,30 | 14,67 | - | - | 7,3 |
| Виктория, Россия | 16,40 | 16,55 | 13,05 | 12,20 | 13,10 | 14,26 | -0,41 | 97,2 | 14,4 |
| Уралочка, Россия | 13,35 | 14,50 | 14,55 | 14,55 | 13,25 | 14,04 | -0,63 | 95,7 | 4,8 |
| Вела, Россия | 14,00 | 14,35 | 14,70 | 13,95 | 16,10 | 14,62 | -0,05 | 99,7 | 6,0 |
| Таисия, Россия | 13,20 | 14,30 | 16,25 | 13,25 | 14,45 | 14,29 | -0,38 | 97,4 | 8,7 |
| Находка, Россия | 12,70 | 15,30 | 12,85 | 11,30 | 11,90 | 12,81 | -1,86 | 87,3 | 11,9 |
| Дарья, Россия | 14,20 | 15,30 | 13,70 | 11,50 | 12,80 | 13,50 | -1,17 | 92,0 | 10,6 |
| Изумруда, Россия | 14,85 | 12,65 | 12,55 | 11,15 | 12,55 | 12,75 | -1,92 | 86,9 | 10,4 |
| Милена, Россия | 14,05 | 14,25 | 14,40 | 13,65 | 15,05 | 14,28 | -0,39 | 97,3 | 3,6 |
| Гюзель, Россия | 14,55 | 15,25 | 12,70 | 12,00 | 12,25 | 13,35 | -1,32 | 91,0 | 10,9 |
| Тулунская гибридная, Россия | 15,60 | 17,30 | 14,00 | 14,50 | 16,55 | 15,59 | 0,92 | 106,3 | 8,8 |
| Белорусская, Беларусь | 13,35 | 15,55 | 17,05 | 12,65 | 16,70 | 15,06 | 0,39 | 102,7 | 13,1 |
| Verko, Германия | 13,75 | 13,55 | 11,65 | 13,85 | 13,40 | 13,24 | -1,43 | 90,3 | 6,8 |
| Alfa, Нидерланды | 14,25 | 12,40 | 11,70 | 14,00 | 14,90 | 13,45 | -1,22 | 91,7 | 10,0 |
| Artemis, Нидерланды | 15,75 | 13,50 | 14,85 | 12,95 | 14,10 | 14,23 | -0,44 | 97,0 | 7,8 |
| Гибралтар, Дания | 14,95 | 14,30 | 12,90 | 11,50 | 12,10 | 13,15 | -1,52 | 89,6 | 11,1 |
| Super Nova, Дания | 13,80 | 15,35 | 15,05 | 12,65 | 13,70 | 14,11 | -0,56 | 96,2 | 7,8 |
| Fortuna, Дания | 14,10 | 14,45 | 12,75 | 12,30 | 13,80 | 13,48 | -1,19 | 91,9 | 6,8 |
| Relaks, Дания | 15,35 | 13,65 | 15,40 | 15,20 | 16,15 | 15,15 | 0,48 | 103,3 | 6,0 |
| Saskiya, Дания | 15,05 | 13,40 | 12,05 | 12,10 | 12,30 | 12,98 | -1,69 | 88,5 | 9,9 |
| Gong Nong № 1, Китай | 15,35 | 14,90 | 16,05 | 12,80 | 15,35 | 14,89 | 0,22 | 101,5 | 8,3 |
| В среднем | 14,48 | 14,46 | 13,97 | 12,98 | 14,09 | 14,00 | -0,67 | 95,4 | 4,4 |
| НСР _{0.05} | 0,56 | 0,71 | 0,90 | 0,70 | 0,89 | 1,46 | - | - | - |

Приложение Е.7 – Содержание кальция в СВ сортов люцерны изменчивой (посев 2015 г.)

| Сорта | Содержание Са, % | | | | | | ± к st | % к st | Cv, % |
|-----------------------------|------------------|------|------|------|------|---------|--------|--------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | среднее | | | |
| Сарга Россия (st), | 1,66 | 1,50 | 2,60 | 2,57 | 2,46 | 2,16 | - | - | 24,8 |
| Виктория, Россия | 1,86 | 1,75 | 1,91 | 2,46 | 2,59 | 2,11 | -0,04 | 98,0 | 18,0 |
| Уралочка, Россия | 1,87 | 1,68 | 2,25 | 2,20 | 2,45 | 2,09 | -0,07 | 96,8 | 14,8 |
| Вела, Россия | 1,95 | 1,83 | 2,30 | 2,92 | 2,89 | 2,38 | 0,22 | 110,2 | 21,5 |
| Таисия, Россия | 1,81 | 1,67 | 1,86 | 2,13 | 2,77 | 2,05 | -0,11 | 94,9 | 21,4 |
| Находка, Россия | 1,68 | 1,57 | 2,25 | 1,95 | 2,61 | 2,01 | -0,15 | 93,1 | 21,3 |
| Дарья, Россия | 1,99 | 1,84 | 2,61 | 2,27 | 2,54 | 2,25 | 0,09 | 104,2 | 14,9 |
| Изумруда, Россия | 1,91 | 1,69 | 2,14 | 2,18 | 2,64 | 2,11 | -0,05 | 97,7 | 16,8 |
| Милена, Россия | 1,85 | 1,74 | 2,61 | 2,59 | 2,74 | 2,30 | 0,15 | 106,8 | 20,6 |
| Гюзель, Россия | 1,94 | 1,75 | 2,59 | 2,63 | 3,01 | 2,38 | 0,23 | 110,4 | 22,0 |
| Тулунская гибридная, Россия | 1,91 | 1,88 | 2,16 | 2,44 | 2,60 | 2,20 | 0,04 | 101,8 | 14,6 |
| Белорусская, Беларусь | 1,85 | 1,67 | 2,14 | 2,18 | 2,50 | 2,07 | -0,09 | 95,8 | 15,5 |
| Verko, Германия | 1,69 | 1,75 | 2,12 | 2,66 | 2,37 | 2,11 | -0,04 | 98,0 | 19,5 |
| Alfa, Нидерланды | 1,77 | 1,82 | 2,02 | 2,51 | 3,02 | 2,23 | 0,07 | 103,2 | 23,8 |
| Artemis, Нидерланды | 2,12 | 1,68 | 2,03 | 2,52 | 2,84 | 2,24 | 0,08 | 103,6 | 20,0 |
| Гибралтар, Дания | 1,63 | 1,86 | 2,56 | 3,19 | 3,24 | 2,49 | 0,34 | 115,6 | 29,6 |
| Super Nova, Дания | 1,71 | 2,06 | 2,07 | 3,05 | 3,14 | 2,40 | 0,25 | 111,4 | 26,9 |
| Fortuna, Дания | 1,76 | 1,80 | 2,06 | 2,61 | 3,21 | 2,29 | 0,13 | 105,9 | 26,9 |
| Relaks, Дания | 1,89 | 1,71 | 2,08 | 2,56 | 2,34 | 2,11 | -0,04 | 98,0 | 16,1 |
| Saskiua, Дания | 2,02 | 1,76 | 1,86 | 2,76 | 2,65 | 2,21 | 0,05 | 102,5 | 20,9 |
| Gong Nong № 1, Китай | 1,93 | 2,05 | 2,13 | 2,19 | 2,98 | 2,25 | 0,10 | 104,5 | 18,5 |
| В среднем | 1,84 | 1,76 | 2,21 | 2,50 | 2,74 | 2,21 | 0,05 | 102,5 | 18,9 |
| НСР _{0.05} | 0,19 | 0,19 | 0,18 | 0,22 | 0,19 | 0,27 | - | - | - |

Приложение Е.8 – Содержание фосфора в СВ сортов люцерны изменчивой (посев 2015 г.)

| Сорта | Содержание Р, % | | | | | | ± к st | % к st | Cv, % |
|-----------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | среднее | | | |
| Сарга Россия (st), | 0,290 | 0,230 | 0,215 | 0,220 | 0,190 | 0,229 | - | - | 16,2 |
| Виктория, Россия | 0,265 | 0,360 | 0,275 | 0,280 | 0,140 | 0,264 | 0,035 | 115,3 | 29,9 |
| Уралочка, Россия | 0,220 | 0,370 | 0,325 | 0,265 | 0,160 | 0,268 | 0,039 | 117,0 | 31,0 |
| Вела, Россия | 0,210 | 0,250 | 0,220 | 0,270 | 0,210 | 0,232 | 0,003 | 101,3 | 11,6 |
| Таисия, Россия | 0,240 | 0,270 | 0,230 | 0,210 | 0,200 | 0,230 | 0,001 | 100,4 | 11,9 |
| Находка, Россия | 0,215 | 0,310 | 0,275 | 0,275 | 0,200 | 0,255 | 0,026 | 111,4 | 18,0 |
| Дарья, Россия | 0,260 | 0,300 | 0,145 | 0,140 | 0,110 | 0,191 | -0,038 | 83,4 | 43,7 |
| Изумруда, Россия | 0,190 | 0,230 | 0,190 | 0,150 | 0,130 | 0,178 | -0,051 | 77,7 | 21,9 |
| Милена, Россия | 0,225 | 0,350 | 0,235 | 0,275 | 0,190 | 0,255 | 0,026 | 111,4 | 24,0 |
| Гюзель, Россия | 0,230 | 0,370 | 0,250 | 0,240 | 0,190 | 0,256 | 0,027 | 111,8 | 26,4 |
| Тулунская гибридная, Россия | 0,390 | 0,310 | 0,230 | 0,235 | 0,230 | 0,279 | 0,050 | 121,8 | 25,4 |
| Белорусская, Беларусь | 0,310 | 0,310 | 0,270 | 0,275 | 0,200 | 0,273 | 0,044 | 119,2 | 16,5 |
| Verko, Германия | 0,230 | 0,240 | 0,215 | 0,210 | 0,140 | 0,207 | -0,022 | 90,4 | 19,0 |
| Alfa, Нидерланды | 0,220 | 0,270 | 0,235 | 0,230 | 0,190 | 0,229 | 0,000 | 100,0 | 12,6 |
| Artemis, Нидерланды | 0,220 | 0,270 | 0,225 | 0,195 | 0,180 | 0,218 | -0,011 | 95,2 | 15,8 |
| Гибралтар, Дания | 0,250 | 0,330 | 0,265 | 0,270 | 0,190 | 0,261 | 0,032 | 114,0 | 19,2 |
| Super Nova, Дания | 0,165 | 0,350 | 0,285 | 0,275 | 0,240 | 0,263 | 0,034 | 114,8 | 25,7 |
| Fortuna, Дания | 0,245 | 0,360 | 0,255 | 0,255 | 0,180 | 0,259 | 0,030 | 113,1 | 24,9 |
| Relaks, Дания | 0,253 | 0,240 | 0,220 | 0,295 | 0,210 | 0,244 | 0,015 | 106,3 | 13,7 |
| Saskiua, Дания | 0,225 | 0,240 | 0,170 | 0,185 | 0,180 | 0,200 | -0,029 | 87,3 | 15,3 |
| Gong Nong № 1, Китай | 0,300 | 0,340 | 0,215 | 0,205 | 0,240 | 0,260 | 0,031 | 113,5 | 22,3 |
| В среднем | 0,245 | 0,300 | 0,235 | 0,236 | 0,186 | 0,241 | 0,012 | 105,0 | 16,9 |
| НСР _{0.05} | 0,028 | 0,029 | 0,023 | 0,025 | 0,020 | 0,035 | - | - | - |

Приложение Е.9 – Содержание калия в СВ сортов люцерны изменчивой (посев 2015 г.)

| Сорта | Содержание К, % | | | | | | ± к st | % к st | Cv, % |
|-----------------------------|-----------------|------|------|------|------|---------|--------|--------|-------|
| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | среднее | | | |
| Сарга Россия (st), | 1,47 | 1,98 | 1,24 | 1,68 | 0,75 | 1,42 | - | - | 32,6 |
| Виктория, Россия | 1,99 | 1,91 | 1,35 | 1,69 | 0,49 | 1,48 | 0,06 | 104,4 | 41,0 |
| Уралочка, Россия | 1,63 | 2,26 | 1,43 | 1,90 | 0,53 | 1,55 | 0,13 | 108,8 | 42,0 |
| Вела, Россия | 1,54 | 2,10 | 1,29 | 1,15 | 0,52 | 1,32 | -0,10 | 92,8 | 43,6 |
| Таисия, Россия | 1,53 | 1,66 | 1,87 | 1,30 | 0,48 | 1,37 | -0,06 | 96,0 | 39,3 |
| Находка, Россия | 1,58 | 1,98 | 1,42 | 1,92 | 0,51 | 1,48 | 0,06 | 104,1 | 39,9 |
| Дарья, Россия | 1,50 | 2,10 | 1,12 | 0,96 | 0,46 | 1,23 | -0,20 | 86,3 | 50,1 |
| Изумруда, Россия | 1,70 | 2,06 | 1,38 | 1,13 | 0,58 | 1,37 | -0,05 | 96,3 | 41,1 |
| Милена, Россия | 1,65 | 2,03 | 1,44 | 1,92 | 0,63 | 1,53 | 0,11 | 107,8 | 36,2 |
| Гюзель, Россия | 1,74 | 1,88 | 1,30 | 1,62 | 0,43 | 1,39 | -0,03 | 98,0 | 41,6 |
| Тулунская гибридная, Россия | 1,57 | 1,69 | 1,49 | 1,48 | 0,52 | 1,35 | -0,08 | 94,7 | 34,9 |
| Белорусская, Беларусь | 1,51 | 1,70 | 1,43 | 1,49 | 0,60 | 1,34 | -0,08 | 94,5 | 31,9 |
| Verko, Германия | 1,64 | 1,56 | 1,03 | 1,18 | 0,44 | 1,17 | -0,25 | 82,1 | 41,1 |
| Alfa, Нидерланды | 1,70 | 1,90 | 1,03 | 1,35 | 0,48 | 1,29 | -0,13 | 90,6 | 43,6 |
| Artemis, Нидерланды | 1,38 | 2,11 | 1,44 | 1,35 | 0,45 | 1,35 | -0,08 | 94,6 | 43,9 |
| Гибралтар, Дания | 1,75 | 1,92 | 1,10 | 1,85 | 0,52 | 1,43 | 0,00 | 100,4 | 42,2 |
| Super Nova, Дания | 1,56 | 1,88 | 1,46 | 1,41 | 0,65 | 1,39 | -0,03 | 97,8 | 32,6 |
| Fortuna, Дания | 1,58 | 1,65 | 1,49 | 1,59 | 0,45 | 1,35 | -0,07 | 95,0 | 37,5 |
| Relaks, Дания | 1,61 | 1,50 | 1,12 | 1,59 | 0,52 | 1,27 | -0,16 | 89,1 | 36,4 |
| Saskiua, Дания | 1,35 | 1,63 | 1,11 | 1,04 | 0,45 | 1,12 | -0,31 | 78,4 | 39,3 |
| Gong Nong № 1, Китай | 1,54 | 1,70 | 1,27 | 1,13 | 0,49 | 1,23 | -0,20 | 86,1 | 38,2 |
| В среднем | 1,59 | 1,87 | 1,32 | 1,46 | 0,52 | 1,35 | -0,07 | 95,1 | 37,4 |
| НСР _{0.05} | 0,19 | 0,30 | 0,28 | 0,42 | 0,11 | 0,23 | - | - | - |

Приложение Ж. Документы о внедрении результатов научных исследований



| | | |
|--|---|--|
| <p style="text-align: center;"> ПРАВИТЕЛЬСТВО СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ МИНИСТЕРСТВО АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА И ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ул. Ролы-Лихачёвский, д. 60, г. Екатеринбург, 620026 тел. (343) 312-80-07, minagrop@go66.ru факс (343) 251-63-30, http://mcsso.mindal.ru <u>10.04.2025 № 06-02-02/9074</u> На № _____ от _____</p> <p style="text-align: center;">АКТ внедрения научных разработок по селекции и первичному семеноводству многолетних трав в АПК Свердловской области</p> <p>Сельхозпроизводителям Свердловской области рекомендованы 10 перспективных сортов, рекомендации, а также монография по выращиванию многолетних трав на корм и семена с учетом сорта и вида, созданные и разработанные кандидатом сельскохозяйственных наук М.А. Тормозиным для зон Среднего Урала.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сорт люцерны изменчивой Сарга формирует 2 укоса. Характеризуется высокой степенью адаптации к природным условиям Уральского региона, зимостойкость высокая. Обеспечивает высокий сбор сухого вещества в условиях богары (6,5-9,0 т/га), еще выше при орошении (10,5-14,2 т/га). Стабильная и высокая семенная продуктивность, наивысшая по Свердловской области 0,4-0,5 т/га, при дефиците опылителей обеспечивает до 0,2 т/га. - Сорт люцерны изменчивой Уралочка формирует 2 укоса. Зимостойкость высокая. Обеспечивает высокие показатели по урожайности зеленой массы (45,4-57,0 т/га), сбору сухого вещества (10,2-12,8 т/га) и урожайности семян (0,27-0,65 т/га). Содержание сырого протеина 17,9-21,6 %, сырой клетчатки – 22,0-27,5 %. - Сорт люцерны изменчивой Виктория формирует 2 укоса. Зимостойкость высокая. Характеризуется высокой урожайностью сухого вещества и качеством кормовой массы. Так, средняя урожайность сухого вещества в Волго-Вятском регионе составила 73,4 ц/га, на 3,2 ц/га выше среднего стандарта, максимальная – 158,4 ц/га, на 10,3 ц/га выше стандарта Сарга. - Сорт клевера лугового двуукосного Дракон формирует два укоса. Стабильно по годам обеспечивает семенную продуктивность 0,2-0,5 т/га, превышая стандарт ВМК 7 на 15,4 %, а по сбору сухого вещества – на 16,7 %. Зимостойкость хорошая. Урожайность зеленой массы за два укоса 47,0-50,0 т/га, сухого вещества – 8,7-10,4 т/га. <p style="text-align: right;"><small>©2012-2015 «Уральские технологии». Выпуск 10/17. Стр. 12-16.</small></p> | <p style="text-align: center;">2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Сорт клевера лугового двуукосного Диксон формирует два укоса. Ультрараннеспелый сорт. Зимостойкость хорошая. Средний сбор сухого вещества 8,7 т/га. Стабильно по годам обеспечивает семенную продуктивность 0,23-0,40 т/га. Необходимо хозяйствам с интенсивным животноводством для полного цикла конвейерного кормопроизводства. - Сорт клевера лугового двуукосного Добряк раннеспелый, формирует два укоса. Основное достоинство – сочетание зимостойкости и высокого потенциала продуктивности. Урожайность зеленой массы 39,3-50,3 т/га, сухого вещества – 8,17-11,47 т/га, семян 0,2-0,35 т/га. По урожайности зеленой массы превышает стандарт Дракон на 11,0 %, сбору сухого вещества – на 11,0 % и урожайности семян – на 14,0 %. - Сорт клевера лугового одноукосного Орион формирует один укос. Зимостойкость высокая. Устойчив к весенним заморозкам. Урожайность зеленой массы 36,0-40,0 т/га, сухого вещества – 7,0 – 8,0 т/га, семян – 0,3-0,5 т/га. - Сорт клевера лугового одноукосного Олимп после первого укоса дает отаву. Зимостойкость высокая. Средний сбор сухого вещества 8,2-9,5 т/га. Максимальная урожайность семян в Свердловской области 0,36-0,45 т/га. Содержание протеина 17,1-19,8 %, клетчатки 22,1-27,0 %. Облиственность первого укоса – до 52,0 %. - Сорт клевера лугового одноукосного Олимп по отношению к стандартному сорту Орион имеет существенные отличия. По урожайности семян превышает стандарт на 13,1 %, а по сбору сухого вещества на 10,4 %. Формирует один укос и отаву. Обладает высокой зимостойкостью. - Сорт тимopheевки луговой Тавада, зимостойкость высокая. Обеспечивает высокие показатели по урожайности зеленой массы (29,7-39,7 т/га), сбору сухого вещества (5,62-7,95 т/га) и урожайности семян (0,31-0,55 т/га). Содержание сырого протеина 10,78-12,04 %, сырой клетчатки – 21,67-25,74 %. <p>На все сорта получены авторские свидетельства, на 9 сортов патенты.</p> <p>В целях обеспечения Доктрины продовольственной безопасности подготовлены и рекомендованы для внедрения в сельскохозяйственное производство научные труды: «Рекомендации по проведению весенних полевых работ в сельскохозяйственных предприятиях Свердловской области»; «Сорта люцерны Уральской селекции»; «Рекомендации по применению глифосатсодержащего препарата для десикации клевера лугового»; «Рекомендации по повышению качества кормов в хозяйствах Свердловской области»; «Уральские травы. Сенокосы. Пастбища. Озеленение»; «Рекомендации по возделыванию кормовых культур на корм и семена»; монографии - «Травы в системе кормопроизводства Урала»; «Современное кормопроизводство Урала»; «Опыт использования перспективных засухоустойчивых кормовых культур в кормопроизводстве Свердловской области»; «Научно обоснованная зональная система земледелия Свердловской области».</p> <p>В 2006 году площадь, занятая под люцерной в Свердловской области составляла всего 6,66 тыс. га, в последние годы площади под данной культурой существенно увеличились благодаря планомерной работе с засухоустойчивой кормовой культурой, с внедрением в сельскохозяйственное производство сортов,</p> | <p style="text-align: center;">3</p> <p>созданных в Уральском НИИХС: в 2020г. – 25,02 тыс. га, 2021 г. – 39,06 тыс. га, 2022 г. – 42,35 тыс. га, 2023 г. – 47,57 тыс. га. Увеличение в 2023 году по сравнению с 2006 годом составило 40,91 тыс. га. Сорта люцерны уральской селекции в Свердловской области занимают примерно 60 % от всех площадей.</p> <p>Важнейшим звеном полевого кормопроизводства является клевер луговой ситуация с площадями данной культуры в последние годы постепенно улучшается: в 2017 г. – 52,7 тыс. га, в 2021 г. – 107,1 тыс. га, 2022 г. – 105,4 тыс. га, 2023 г. – 100,6 тыс. га. Созданные в Уральском НИИХС сорта клевера лугового в области занимают примерно 40 % от всех площадей.</p> <p>Производственная проверка и внедрение данных разработок проводилось в хозяйствах Алапаевского, Артемовского, Артинского, Байкаловского, Ирбитского, Каменского, Красноуфимского, Нижнесергинского, Первоуральского, Пригородного, Пыльминского, Сысертского, Талицкого, Туринского районов Свердловской области. Экономический эффект за годы внедрения составляет по люцерне 24,7 млн. рублей, по клеверу луговому 11,4 млн. рублей.</p> <p style="text-align: right;">С.В. Шарипов</p> <p style="text-align: center;"></p> <p>Первый заместитель Министра</p> <p style="text-align: right;">Игорь Николаевич Круцкий</p> |
|--|---|--|

Рисунок Ж 1 – Акт внедрения области научных разработок по селекции и первичному семеноводству многолетних трав в АПК Свердловской области

ООО "ТОЙМА"
422114, Рес. Татарстан, Кукморский р-он, с.
Челны
ул. Раиса Ваккасова, д. 16 А

ААЖ "ТОЙМА"
422114, Татарстан Респ., Кукмара р-ны,
Чуллы ав.
Рәис Ваккасов ур., 16 А

ИНН/КПП: 1623009444/162301001
БИК: 049205706
К/с: 3010181040000000706
Р/с: 407028103671200000006
Татарстанский РФ
ОАО "Россельхозбанк"

тел./факс: 8(84364) 3-15-50
моб.: +7 (951) 350-11-17
+7 (960) 037-87-76
-mail: g-gallieva@mail.ru
info@toyma-semena.ru
www.toyma-semena.ru



Исх. № 123

Об использовании результатов научных исследований
М.А. Тормозина в работе сельскохозяйственного предприятия
ООО «Тойма» Республика Татарстан

ООО «Тойма» расположено в северной части Республики Татарстан, на границе с Вятскополянским районом Кировской области, входит в Кукморский муниципальный район. Площадь пашни в хозяйстве составляет 2340 га. Предприятие находится в пределах землепользования населенных пунктов: д. Челны, д. Туембаш, д. Верхняя Тойма. Расстояние от д. Челны до районного центра п.р.т. Кукмор составляет 12 км, до г. Вятские Поляны Кировской области 10 км. Почвенный покров – серые, светло-серые лесные и дерново-подзолистые почвы с тяжелым суглинистым механическим составом.

Основными видами деятельности являются:

- производство зерна и масличных культур;
- семеноводство многолетних бобовых и злаковых трав.

Благодаря широкому внедрению многолетних трав (47 % в структуре посевов), хозяйство, изначально имея низкоплодородные почвы, с засушливыми условиями вегетационных периодов последних лет стабилизировал производство, как животноводческой, так и растениеводческой продукции. Так, урожайность в 2016 году составила: зерновые – 3,63 т/га, многолетние травы – 0,38 т/га, кормовые культуры – 4,52 т к.ед./га, при этом, в среднем на 1 га посевов вносилось всего лишь 66 кг действующего вещества минеральных удобрений. В производстве семян многолетних трав имеется весь комплекс необходимых машин и оборудования.

Сорт люцерны изменчивой Виктория, созданный Тормозиным М.А., включенный в Государственный реестр селекционных достижений в 2016 году по Волго-Вятскому (4), Уральскому (9) и Западно-Сибирскому (10) регионам. С 2017 года сорт допущен по Северо-Западному (2), Центрально-Черноземному (5), Восточно-Сибирскому (11) регионам. С 2020 года по Средневолжскому (7) региону РФ. Сорт Виктория (селекции ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН) высеян в Кукморском районе Республики Татарстан в ООО «Тойма» на площади 18 га. Сравнивается с сортом люцерны изменчивой селекции ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН Сарга (включен в Госреестр в 1992 году по 1,2,3,4,7,9,10,11 регионам РФ) – на площади 40 га.

В 2021 г. у сорта Виктория получена урожайность семян 0,58 т/га. Прибавка по сравнению с сортом люцерны изменчивой Сарга составляет 0,22 т/га.

Экономический эффект при использовании на семенные цели – 33 000 руб./га.



Р.К. Галиев

М.С. Галимзянов

Рисунок Ж 2 – Об использовании результатов исследований М.А. Тормозина в работе сельскохозяйственного предприятия ООО «Тойма» Республика Татарстан, 2016-2021 г.



**Акционерное общество
«Каменское»**

623459, Свердловская область, Каменский район, с. Позариха, ул. Механизаторов, 13
Тел. (3439) 37-61-26, факс 37-61-36; E-mail: OAO.Kamenskoe@mail.ru
Банковские реквизиты: р/с 40702810101100000973 в ПАО «СБС-банк»
г. Екатеринбург, к/с 3010181080000000756, БИК 046577756
ИНН 6643008783, КПП 661201001, ОГРН 1026602036691

«28» октября 2021 г.

Руководителю

Созданные в ФГБНУ УрФАНИЦ и УРО РАН с участием М. А. Тормозина сорта люцерны изменчивой и клевера лугового ежегодно выращиваются на полях АО «Каменское» Каменского района Свердловской области на кормовые цели. Площадь посева сортов клевера лугового Дракон, Орион, Оникс составила:

- в 2017 г клевер Оникс ЭС – 500 га;
- в 2018 г. клевер Оникс РС-1 - 253 га;
- в 2019 г. клевер Оникс РС-1 – 318 га;
- в 2020 г. клевер Оникс РС-1- 590 га. Клевер Дракон РС-1- 696га.;
- в 2021 г. клевер Оникс РС-1 – 575, клевер Дракон РС-1- 894га.

ИТОГО: 3826 га.

Сортов люцерны изменчивой Сарга, Уралочка составила:

- в 2017 г. люцерна Сарга ЭС - 280 га;
- в 2018 г. люцерна Уралочка РС-1- 396 га;
- в 2019 г. люцерна Сарга ЭС – 273 га;
- в 2020 г люцерна Уралочка РС-1– 363 га;
- в 2021 г люцерна Уралочка РС-1 – 416 га.

ИТОГО: 1728 га.

В целом за 2017 г. по 2021 г. площадь составила 5554 га.

И. о. генерального директора

В. Н. Лукашевич

Гл. агроном АО «Каменское»

А. Н. Лукиных



Рисунок Ж 3 – Об использовании результатов исследований М.А. Тормозина в работе сельскохозяйственного предприятия АО «Каменское», 2021 г.

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»
(ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН)**

Белинского ул., д.112-а, Екатеринбург, 620142, а/я 269
Тел.: (343) 257-20-44; 257-78-71; 257-79-71 Факс: (343) 257-82-63
E-mail: info@urmivi.ru

ОКПО 05075161, ОГРН 1036603988442, ИНН/КПП 6661002456/667101001

23.12.2021 № 01-19/1108

Об использовании результатов научных исследований М.А. Тормозина
при заключении неисключительных лицензионных договоров
ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН
для производства элитных и репродукционных семян многолетних трав

Сорта, созданные Тормозиным М.А., внедряются в производство, заключаются неисключительные лицензионные договора с хозяйствами РФ на выращивание репродукционных (РС), элитных (ЭС) и оригинальных (ОС) семян сортов люцерны изменчивой на площади:

Люцерна изменчивая Сарга

2014 г. – 1819 га
2015 г. – 1227 га
2016 г. – 1484,63 га
2017 г. – 1010,41 га
2018 г. – 503 га
2019 г. – 1039,4 га
2020 г. – 1415,5 га
2021 г. – 1290 га

Люцерна изменчивая Уралочка

2014 г. – 373 га
2015 г. – 508 га
2016 г. – 145 га
2017 г. – 52,5 га
2018 г. – 118 га
2019 г. – 209,76 га
2020 г. – 357 га
2021 г. – 106 га

Люцерна изменчивая Виктория

2019 г. – 454,38 га
2020 г. – 150 га
2021 г. – 250 га

В 2021 году заложены семеноводческие участки питомников предварительного размножения (ПР) для производства семян элиты в хозяйствах Свердловской, Омской, Кировской, Белгородской и Воронежской областей, Пермском крае, Чувашской Республике и Республике Башкортостан на площади: Сарга – 327,4 га; Виктория – 723 га.

Исполняющий обязанности директора
ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН



Н.Н. Зезин

**Рисунок Ж 4 – Об использовании результатов исследований М.А. Тормозина
при заключении неисключительных лицензионных договоров
ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН для производства элитных и репродуктивных
семян многолетних трав, 2021 г.**

ИП ГКФХ Александров Владимир Иванович
Удмуртская Республика, Можгинский район, село Поршур,
ул. Почтовая, д. 21, т/ф 8(34139)97222, 89512008888.

Справка

О производственной проверке и внедрении научных результатов
диссертационной работы М.А. Тормозина
«Повышение семенной продуктивности люцерны изменчивой
(*Medicago varia* Mart.) селекционными методами в условиях
Среднего Урала»

Рекомендуемые автором приемы возделывания и сорта люцерны изменчивой Сарга и Виктория внедрены в ИП ГКФХ Александров В.И. Удмуртская Республика, Можгинский район с 2019 г., обеспечивая рентабельность при производстве семян у Сарги более 132%, а у Виктории более 147%.

Созданный в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН с участием М.А. Тормозина сорта люцерны изменчивой Сарга, Виктория выращивается на полях ИП ГКФХ Александров В.И. на семена. Площадь посева сорта люцерны изменчивой Сарга составила: в 2019 г. - 300 га, в 2020 г. - 552 га, в 2021 г. - 477 га, в 2022 г. - 383 га, в 2023 г. - 130 га, в 2024 г. - 156 га. Площадь посева сорта люцерны изменчивой Виктория составила: в 2020 г. - 30 га, в 2021 г. - 30 га, в 2022 г. - 116 га, в 2023 г. - 203 га, в 2024 г. - 573 га. В целом за 2019 – по март 2024 гг. для возделывания в регионах Российской Федерации реализовано 43 т семян сорта люцерны изменчивой Виктория, 188 т семян сорта люцерны изменчивой Сарга.

Глава ИП ГКФХ  В.И. Александров



Рисунок Ж 5 – Справка о производственной проверке внедрении научных результатов диссертационной работы М.А. Тормозина, 2019-2024 г.

**Индивидуальный предприниматель
Глава крестьянского (фермерского) хозяйства
Безукладов Владислав Валерьевич**

646830 Омская область, р.п. Нововаршавка, ул. Березовая, 6, тел/факс 8(38152) 2-13-08
ИНН 552500012483 ОГРН 318554300026801
тел./сот. 8-908-314-67-67, 89081055555
E-mail: novsemstanz@mail.ru

АКТ
внедрения научных результатов
диссертационной работы М.А. Тормозина
«Повышение семенной продуктивности люцерны изменчивой
(*Medicago varia* Mart.) селекционными методами в условиях
Среднего Урала»

Рекомендуемые автором приемы возделывания и сорта люцерны изменчивой Сарга и Виктория внедрены в ИП ГКФХ Безукладов В.В. Омская область, Нововаршавский район с 2021 г., обеспечивая рентабельность при производстве семян в засушливых условиях 110%.

Созданные в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН с участием М.А. Тормозина сорта люцерны изменчивой Сарга и Виктория выращиваются на полях ИП ГКФХ Безукладов В.В. на семена. Площадь посева сорта люцерны изменчивой Сарга составила: в 2021 г. - 50 га. Площадь посева сорта люцерны изменчивой Виктория составила: в 2021 г. - 130 га.

ИП ГКФХ Безукладов В.В. включен в реестр семеноводческих хозяйств РФ, с 2024 года планируется дальнейшее расширение сортов люцерны изменчивой Сарга и Виктория.

ИП Глава КФХ



В.В. Безукладов

Рисунок Ж 6 – Акт внедрения научных результатов диссертационной работы
М.А. Тормозина, 2021 г.

ЭКОНИВА
ЭКОНИВА
СЕМЕНА

Исх. № б/н от 02.04.2024

ООО «ЭкоНива-Семена»
Юридический адрес: 397026, Воронежская область,
Лисинский район, село Щучье, ул. Советская, д. 33
Почтовый адрес: 394036, г. Воронеж, ул.
Комиссаржевской, д. 16, а/я 592
Тел./факс: +7 (473) 267-97-77
email: semena@ekoniva-yuk.com
www.ekonivasemena.ru

Уральский НИИСХ – филиал ФГБНУ
УрФАНЦ УРО РАН

Об использовании результатов исследований
М.А. Тормозина в работе компании

ООО «ЭкоНива-Семена» — это селекционно-семеноводческое предприятие, является одним из структурных подразделений ООО «ЭкоНива-АПК Холдинг».

Ежегодно компания реализует более 75 000 тонн сертифицированных семян зерновых, зернобобовых культур, кормовых многолетних и однолетних, а также газонных трав.

ООО «ЭкоНива-Семена» сотрудничает с ведущими селекционными центрами Америки, Европы и России, предлагая аграриям лучшую мировую и отечественную генетику, которая проходит тщательный отбор на собственных полях «ЭкоНива».

Созданные в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНЦ УРО РАН с участием М.А. Тормозина сорта многолетних трав выращиваются на полях ООО «ЭкоНива-Семена»

| Хозяйство / Культура | Сорт | Посев 2020 г | | Ставка, руб | К оплате за использование сорта, руб |
|----------------------|----------|---|----------------------------|-------------|--------------------------------------|
| | | Площадь по факту апробации посева, га (на семена) | Категория семян для посева | | |
| Люцерна изменчивая | Уралочка | 139,87 | ЭС | 400 | 55 948,00 |
| Люцерна изменчивая | Виктория | 309,64 | ЭС | 400 | 123 856,00 |
| Люцерна изменчивая | Сарга | 122,6 | ЭС | 400 | 49 040,00 |
| Клевер луговой | Ониск | 200 | ЭС | 400 | 80 000,00 |
| Клевер луговой | Дракон | 100 | ЭС | 400 | 40 000,00 |
| Люцерна изменчивая | Виктория | 182,05 | РС-1 | 340 | 61 897,00 |
| Люцерна изменчивая | Сарга | 144,3 | РС-1 | 340 | 49 062,00 |
| Итого | | | | | 459 803,00 |

| Хозяйство / Культура | Сорт | Посев 2021 г | | Ставка, руб | К оплате за использование сорта, руб |
|----------------------|------------------|---|----------------------------|-------------|--------------------------------------|
| | | Площадь по факту апробации посева, га (на семена) | Категория семян для посева | | |
| Люцерна изменчивая | Уралочка | 139,87 | ЭС | 400 | 55 948,00 |
| Люцерна изменчивая | Виктория | 309,64 | ЭС | 400 | 123 856,00 |
| Люцерна изменчивая | Сарга | 22,4 | ЭС | 400 | 8 960,00 |
| Клевер луговой | Ониск | 200 | РС-1 | 340 | 68 000,00 |
| Клевер луговой | Дракон | 200 | СЭ | 465 | 93 000,00 |
| Тимофеевка луговая | Тавда | 76 | СЭ | 350 | 26 600,00 |
| Ежа сборная | Свердловчанка 86 | 154,4 | ЭС | 310 | 47 864,00 |
| Люцерна изменчивая | Виктория | 181,34 | РС-1 | 340 | 61 855,60 |
| Люцерна изменчивая | Сарга | 144,3 | РС-1 | 340 | 49 062,00 |
| Люцерна изменчивая | Сарга | 853,17 | ЭС | 400 | 341 268,00 |
| Итого | | | | | 876 213,60 |

ООО «ЭкоНива-Семена» ИНН 503211150 КПП 361401001
р/с 40702810113160100554 в Центральном-Чернозёмном Банке Сбербанка РФ г. Воронеж,

| Хозяйство / Культура | Сорт | Посев 2022 г | | Ставка, руб | К оплате за использование сорта, руб |
|----------------------|----------|---|----------------------------|-------------|--------------------------------------|
| | | Площадь по факту апробации посева, га (на семена) | Категория семян для посева | | |
| Клевер луговой | Ониск | 271 | РС-1 | 340 | 92 140,00 |
| Клевер луговой | Дракон | 200 | ЭС | 400 | 80 000,00 |
| Тимофеевка луговая | Тавда | 76 | СЭ | 350 | 26 600,00 |
| Тимофеевка луговая | Тавда | 300 | ЭС | 310 | 93 000,00 |
| Люцерна изменчивая | Виктория | 363,39 | РС-1 | 340 | 123 552,60 |
| Итого | | | | | 322 292,60 |

| Хозяйство / Культура | Сорт | Посев 2022 г | | Ставка, руб | К оплате за использование сорта, руб |
|----------------------|------------------|---|----------------------------|-------------|--------------------------------------|
| | | Площадь по факту апробации посева, га (на семена) | Категория семян для посева | | |
| Клевер луговой | Дракон | 152,00 | РС-1 | 340,00 | 51 680,00 |
| Тимофеевка луговая | Тавда | 300,00 | ЭС | 310,00 | 93 000,00 |
| Тимофеевка луговая | Тавда | 76,00 | СЭ | 350,00 | 26 600,00 |
| Ежа сборная | Свердловчанка 86 | 154,00 | РС-1 | 255,00 | 39 270,00 |
| Люцерна изменчивая | Виктория | 181,34 | РС-1 | 340,00 | 61 855,60 |
| Итого | | | | | 245 605,60 |

Всего реализовано семян третьим лицам:

| Культура | Сорт | Реализовано тонн |
|--------------------|------------------|------------------|
| Ежа сборная | Свердловчанка 86 | 16,5 |
| Клевер луговой | Ониск | 136,0 |
| Клевер луговой | Дракон | 96,0 |
| Клевер луговой | Виктория | 0,7 |
| Люцерна изменчивая | Виктория | 12,1 |
| Тимофеевка луговая | Тавда | 357,2 |

Созданные в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНЦ УРО РАН с участием М.А. Тормозина сорта многолетних трав широко внедряются компанией ООО «ЭкоНива-Семена» в кормопроизводство РФ.

С уважением,
зам. исполнительного директора по производству
ООО «ЭкоНива-Семена»



Вармичев Ю.В.

ООО «ЭкоНива-Семена» ИНН 503211150 КПП 361401001
р/с 40702810113160100554 в Центральном-Чернозёмном Банке Сбербанка РФ г. Воронеж,

Рисунок Ж 7 – Акт об использовании результатов исследований М.А. Тормозина в работе
ООО «ЭкоНива-Семена», 2024 г.

ИП Глава крестьянского (фермерского) хозяйства
Николаев Виктор Михайлович
623340 Свердловская область, Артинский район,
д. Пантелейково, ул. Луговая, 10.
ИНН 663600494802 ОГРНИП 305664634700014

АКТ

внедрения научных результатов
диссертационной работы М.А. Тормозина
«Повышение семенной продуктивности люцерны изменчивой
(*Medicago varia* Mart.) селекционными методами в условиях
Среднего Урала»

Рекомендуемые автором приемы возделывания и сорт люцерны изменчивой Виктория внедрены в ИП ГК(Ф)Х Николаев В.М. Свердловская область, Артинский район с 2022 г., обеспечивая рентабельность при производстве семян более 127 %.

Созданный в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН с участием М.А. Тормозина сорт люцерны изменчивой Виктория выращивается на полях ИП ГК(Ф)Х Николаев В.М. на семена. Площадь посева сорта люцерны изменчивой Виктория составила в 2022 г. и по настоящее время 10 га.

На полях ИП ГК(Ф)Х Николаев В.М. планируется дальнейшее расширение сорта люцерны изменчивой Виктория.

ИП Глава К(Ф)Х



В.М. Николаев

Рисунок Ж 8–Акт внедрения научных результатов диссертационной работы М.А. Тормозина, 2022 г.

**КЫРГЫЗСТАНДЫН
ҮРӨНЧҮЛҮК
АССОЦИАЦИЯСЫ**

Кыргыз Республикасы, 720022, Бишкек ш.,
Курманжан Датка кеч., 80 бөл. 1
Моб.: +996 552 32 08 43
E-mail: abd.islamov@gmail.com
Web: seed-sak.net



**СЕМЕНОВОДЧЕСКАЯ
АССОЦИАЦИЯ
КЫРГЫЗСТАНА**

Кыргызская Республика, 720022, г. Бишкек,
ул. Курманжан Датка 80 каб. 1
Моб.: +996 552 32 08 43
E-mail: abd.islamov@gmail.com
Web: seed-sak.net

З/ч от «12», апреля 2024 г.

АКТ
внедрения научных результатов
диссертационной работы М.А. Тормозина
«Повышение семенной продуктивности люцерны изменчивой
(*Medicago varia* Mart.) селекционными методами в условиях
Среднего Урала»

Семеноводческая Ассоциация Кыргызстана (САК) образована в 2000 году в настоящее время насчитывает 45 членов. САК выражает и защищает интересы субъектов семенной индустрии Кыргызстана.

- Систематический взаимообмен информацией по различным аспектам семеноводства и селекции.

Задачи Семеноводческая Ассоциация Кыргызстана:

- Обучение членов САК производству высококачественного семенного материала;
- Обучение фермеров современным приемам возделывания сельскохозяйственных культур;
- Помощь в реализации семян на внутреннем и внешнем рынках;
- Укрепление отношений с национальными и международными организациями в области семеноводства и сельскохозяйственного производства;
- Сбор роялти, поддержка селекционеров;
- Привлечение инвестиций в семеноводческий сектор, помощь в организации совместных предприятий.

Рекомендуемые автором приемы возделывания и сорта люцерны изменчивой Сарга с 2020 г. и Виктория – с 2023 г. включены в Государственный реестр сортов и гибридов растений, допущенных к использованию на территории Кыргызской Республики.

Созданные в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН с участием М.А. Тормозина сорта люцерны изменчивой Сарга и Виктория внедряются в семеноводческие организации Кыргызстана, где выращиваются на орошении.

Президент
Семеноводческой ассоциации Кыргызстана (САК)



А.Р. Исламов

Рисунок Ж 9 – Акт внедрения научных результатов диссертационной работы М.А. Тормозина в Кыргызстане, 2024 г.



ИП Чернышов А.Г.

Кыргызская Республика, Чуйская область, Московский район
село Сретенка, улица Каткина дом №13 кв., 2
Добровольный патент № 0709673
ИНН № 21209198300827
Рас/счет 1360293000148788KGS
Рас/счет 1360293000148789 USD

АКТ
внедрения научных результатов
диссертационной работы М.А. Тормозина
«Повышение семенной продуктивности люцерны изменчивой
(*Medicago varia* Mart.) селекционными методами в условиях
Среднего Урала»

ИП Чернышов А.Г. находится в селе Сретенка, Московского района, Чуйской области, Кыргызской Республики.

Рекомендуемые автором приемы возделывания и сорт люцерны изменчивой Виктория внедрены в ИП Чернышов А.Г., в Кыргызской Республике, Чуйской области, Московского района, с 2023 г.

Созданный в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН с участием М.А. Тормозина сорт люцерны изменчивой Виктория выращивается на полях Анатолия Геннадьевича на семена. Площадь посева сорта люцерны изменчивой Виктория составила в 2023 г. и по настоящее время 2 га – ОС (ПР) и 8 га – ЭС. Рентабельность производства семян на сорте «Виктория» составила 130 %.

Индивидуальный предприниматель



Чернышов А.Г.

Тел: +996 551-31-62-55

Рисунок Ж 10 – Акт внедрения научных результатов диссертационной работы М.А. Тормозина в условиях Чуйской долины Кыргызской республики, 2023 г.



КРЕСТЬЯНСКОЕ ХОЗЯЙСТВО «Раимбек»

724422, Кыргызстан, Чуй обл., Жайыл району,
Ставрополовка а. Советская к., 15
тел. (+996)555 446 776

724422 Кыргызстан, Чуйская обл., Жайылский район,
с.Ставрополовка ул. Советская, 15
тел. (+996)555 446 776

АКТ

внедрения научных результатов
диссертационной работы М.А. Тормозина
«Повышение семенной продуктивности люцерны изменчивой
(*Medicago varia* Mart.) селекционными методами в условиях
Среднего Урала»

К(Ф)Х «Раимбек» находится в селе Кара-Суу Жайылского района Чуйской области Кыргызской Республики. Семеноводческое хозяйство "Раимбек" испытывает завозимые семена, выявляя наиболее подходящие для посевов с учетом местных климатических особенностей и почвы Кыргызстана. Одновременно хозяйство производит семена люцерны, пшеницы и испытывает капельное орошение на сахарной свекле.

К(Ф)Х «Раимбек» включен в реестр семеноводческих хозяйств Кыргызстана. Снабжает семенами люцерны всю западную часть Чуйской области.

Рекомендуемые автором приемы возделывания и сорт люцерны изменчивой Виктория внедрены в К(Ф)Х «Раимбек» Республика Кыргызстан, Чуйская область, Жайылский район, с 2022 г., обеспечивая рентабельность при производстве семян более 120 %.

Созданный в Уральском НИИСХ – филиале ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН с участием М.А. Тормозина сорт люцерны изменчивой Виктория выращивается на полях К(Ф)Х «Раимбек» на семена. Площадь посева сорта люцерны изменчивой Виктория составила в 2022 г. и по настоящее время 13,5 га.

Руководитель
К(Ф)Х «Раимбек»



Р.Д. Кадыркулов

Рисунок Ж 11 – Акт внедрения научных результатов диссертационной работы М.А. Тормозина, 2022 г.

При поддержке:



Министерство агропромышленного комплекса и
продовольствия Свердловской области

Организатор:



ВО Уральские Выставки

АГР 
Ф О Р У М
ДИПЛОМ

ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ

*в номинации «Научные разработки»
награждается*

НАГРАЖДАЕТСЯ

ФГБНУ Ур ФАНИЦ УрО РАН

Монография "Травы в системе кормопроизводства Урала"
А.Е. Нагибин, М.А. Тормозин, А.А. Зырянцева ;
сорт люцерны "Виктория".

Министр агропромышленного
комплекса и продовольствия
Свердловской области

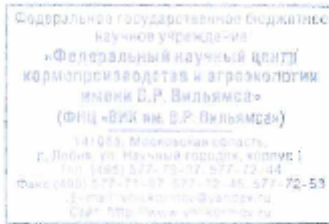
Д.С. Дегтярев

Директор
Выставочного общества
«Уральские выставки»

А.А. Шанникова

Екатеринбург
19-21 сентября 2018

Рисунок Ж 12 – Диплом «Золотая медаль в номинации
«Научные разработки», 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ

И. О. директора

ФНИ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

К.С.-Х. Н.

/ О. А. Разин

2024 г.

СПРАВКА

о внедрении в учебный процесс Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» (ФНИ «ВИК им. В.Р. Вильямса») результатов научных исследований, полученных Тормозиным Максимом Александровичем

Данные, полученные Тормозиным Максимом Александровичем в процессе выполнения диссертационных научных исследований по вопросам повышения семенной продуктивности люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.) селекционными методами в условиях Среднего Урала, используются в учебном процессе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» (ФНИ «ВИК им. В.Р. Вильямса») при чтении лекций и при проведении практических занятий по дисциплинам: «Селекция и семеноводство многолетних трав», «4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений».

Заведующий отделом высшего
научного образования, доктор
биологических наук, доцент

Е.В. Думачева

27.05.2024 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(Министерство России) Россия, 141057, Московская область, г.Лобня, Научная городка, корпус 1
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр
кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса» (ФНИ «ВИК им. В.Р. Вильямса»)
Тел: +7 (495) 577-73-37
Факс: +7 (495) 577-71-07
e-mail: info@vniik.vniia.ru; <https://www.vniik.vniia.ru/>

Рисунок Ж.13 – Справка о внедрении в учебный процесс ФНИ «ВИК им. В.Р. Вильямса» результатов научных исследований, полученных Тормозиным М.А., 2024 г.

Приложение И. Результат интеллектуальной деятельности

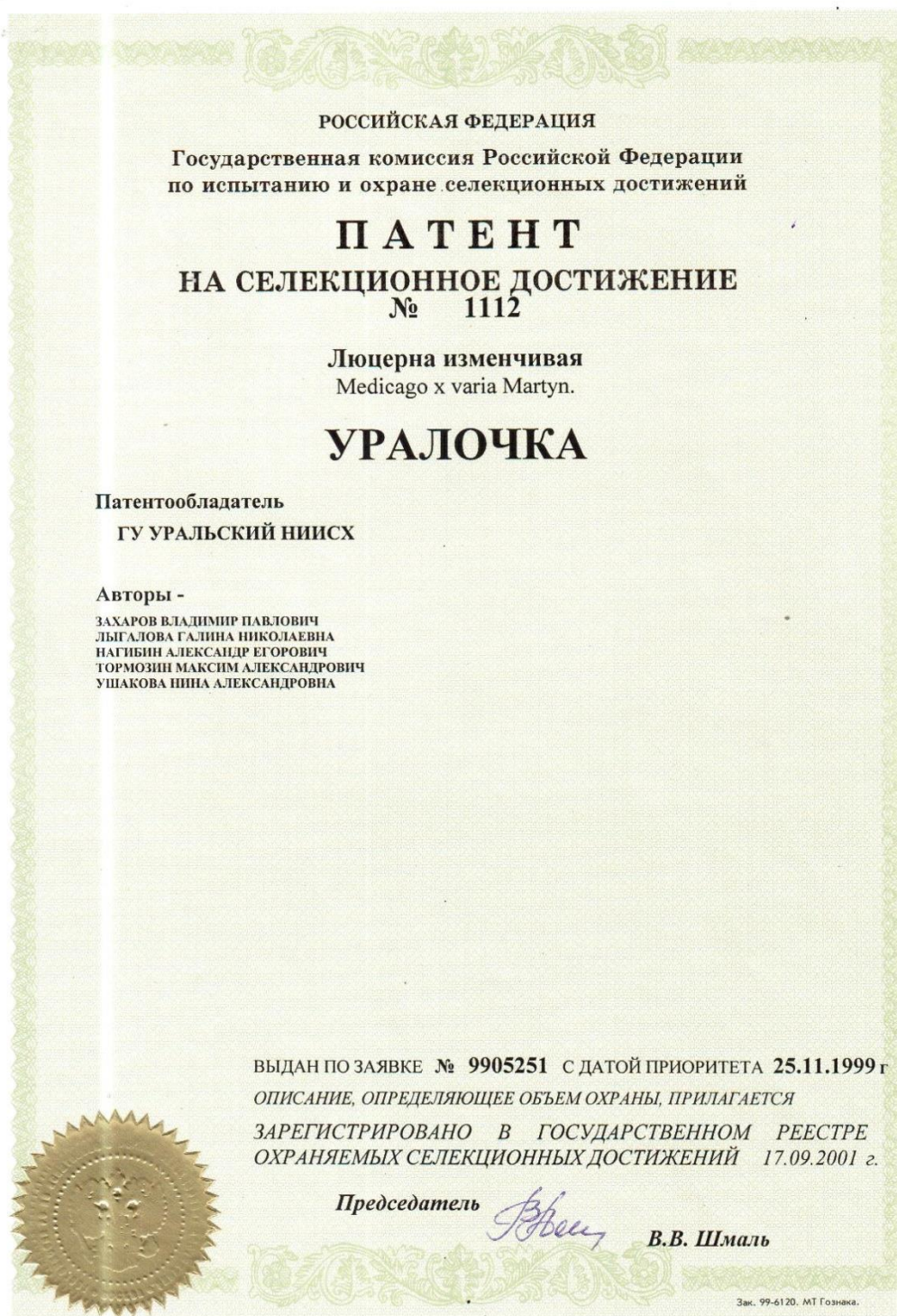


Рисунок И 1 – Патент на селекционное достижение № 1112 Люцерна изменчивая
Medicago sativa L. nothosubsp. *varia* (Martyn) Arcang.
УРАЛОЧКА

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
 Федеральное государственное учреждение
 «Государственная комиссия Российской Федерации
 по испытанию и охране селекционных достижений»

**АВТОРСКОЕ
 СВИДЕТЕЛЬСТВО**
 № 33397

Люцерна изменчивая

УРАЛОЧКА

выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 17.09.2001

ПО ЗАЯВКЕ № 9905251 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 25.11.1999

Заявитель(и)
 ГУ УРАЛЬСКИЙ НИИСХ

Автор(ы): **ТОРМОЗИН МАКСИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ**
 ЗАХАРОВ В.П., ЛЫГАЛОВА Г.Н., НАГИБИН А.Е., УШАКОВА Н.А.

*Зарегистрировано в Государственном реестре
 охраняемых селекционных достижений*



В.В. Шмаль

Рисунок И2 – Авторское свидетельство на селекционное достижение № 33397
 Люцерна изменчивая *Medicago sativa* L. nothosubsp. *varia* (Martyn) Arcang.
 УРАЛОЧКА

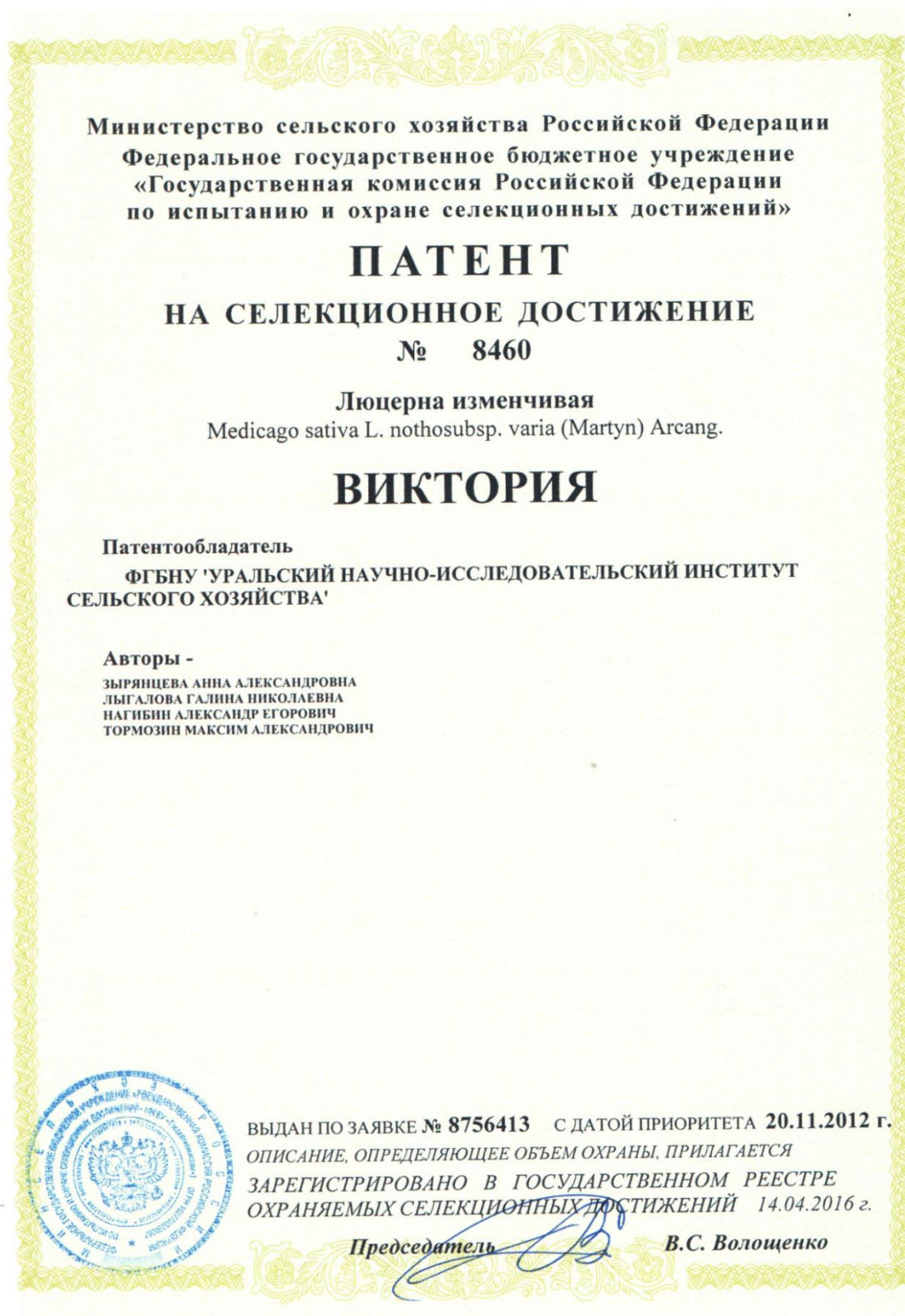


Рисунок И3 – Патент на селекционное достижение № 8460 Люцерна изменчивая
Medicago sativa L. nothosubsp. *varia* (Martyn) Arcang.
ВИКТОРИЯ



Рисунок И4 – Авторское свидетельство на селекционное достижение № 59665
Люцерна изменчивая *Medicago sativa* L. nothosubsp. *varia* (Martyn) Arcang.
ВИКТОРИЯ.

ФГБУ "ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОМИССИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО
ИСПЫТАНИЮ И ОХРАНЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ"

ул. Садовая-Спаская, 11/1, Москва, 107078
Тел.: +7(495) 604-82-66, +7(495)411-83-66; E-mail: gsk@gossortrf.ru

УВЕДОМЛЕНИЕ О ПРИЕМЕ ЗАЯВКИ

Кому : УРАЛЬСКИЙ НИИСХ-ФИЛИАЛ ФГБНУ УРФАНИЦ УРО РАН
Адрес : 620061, СВЕРДЛОВСКАЯ ОБЛ., Г. ЕКАТЕРИНБУРГ, ПОС. ИСТОК, УЛ. ГЛАВНАЯ,
21

Культура Люцерна изменчивая
Сорт / Гибрид ПАМЯТИ НАГИБИНА

Ваша заявка на допуск к использованию прошла процедуру предварительной экспертизы.

Заявке присвоен № 89402 / 7653188 Дата регистрации 23.08.2023

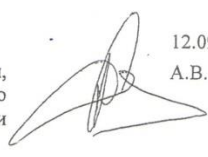
Планируемый год начала испытаний 2024 Дата приоритета 23.08.2023

Источник финансирования (бюджет/внебюджет) будет определен после утверждения
госзадания на 2025 г.

Решение по Вашей заявке будет принято после:

- оценки на хозяйственную полезность по ДАННЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ в регионах РФ (семена должны быть высланы по разнарядке ФГБУ "Госсорткомиссия" на сортоучастки заявленных регионов)
- оценки на ООС по результатам испытаний на ГСУ. В указанные в разнарядке пункты выслать необходимое количество семян (посадочного материала) с отметкой "идентификация":
- иммунологических испытаний. В указанные ниже пункты выслать необходимое количество семян (посадочного материала) с отметкой "фитоиспытания"
- отправки семян для коллекции ВИР и ФГБУ "Госсорткомиссия" с отметкой "ВИР"

Начальник отдела регистрации,
госреестров, международного
взаимодействия и методики



12.09.2023

А.В. Авсарагов

Исп.: Данилова А.А.

Рисунок И5 – Уведомление о прием заявки на допуск к использованию культуры Люцерна изменчивая сорт ПАМЯТИ НАГИБИНА