

На правах рукописи

Островский Виктор Алексеевич

**ФОРМИРОВАНИЕ КОРМОВОЙ И СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ
СОРТАМИ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ
СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

Специальность 4.1.1. – Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ижевск 2023

Диссертационная работа выполнена на кафедре растениеводства, земледелия и селекции федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет» и в ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева» Республики Казахстан в 2015-2019 гг.

Научный руководитель: **Коконев Сергей Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства, земледелия и селекции ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ

Официальные оппоненты: **Гущина Вера Александровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Растениеводство и лесное хозяйство» ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

Володина Ирина Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории интродукции, селекции кормовых и масличных культур Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П. Н. Константинова – филиала ФГБУН Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Ведущая организация: ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева

Защита состоится «30» ноября 2023 года в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.043.02 на базе ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ по адресу 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая 11.
Тел. 8(3412)697198

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет», на сайте университета <https://udsau.ru/> и на сайте ВАК при Минобрнауки РФ <http://vak3.ed.gov.ru>

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, направлять по адресу: 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая 11.

E-mail: nir210@mail.ru

Автореферат разослан « » октября 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.043.02
кандидат сельскохозяйственных наук

Рябова Татьяна Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Республика Казахстан имеет относительно большую площадь сельскохозяйственных угодий, по статистике она превышает 222,5 млн га. Пашни 21,4 млн га, залежи 8,6 млн га, естественных сенокосов и пастбищ 183,0 млн га. Этого достаточно для производства необходимого количества высококачественного зерна, кормов и других продуктов растениеводства, чтобы быстро диверсифицировать растениеводство и в конечном итоге гарантировать устойчивое обеспечение национальной продовольственной безопасности [Бюро национальной..., 2022]. Наряду с зерновыми культурами кормовые культуры, в том числе многолетние травы, на фоне интенсивно развивающихся хозяйственных процессов имеют существенное значение для развития республики. В реализации Национальной программы важное значение имеет выращивание многолетних кормовых культур с применением ресурсосберегающих технологий, особую роль в которой играет люцерна. Решение проблемы укрепления кормовой базы животноводства в Республике Казахстан является одной из основных задач, предложенных в программе «Нурлы Жол», которое немыслимо без выращивания люцерны, самой ценной многолетней культуры в мире. Люцерна играет здесь очень важную роль, так как это едва ли не единственная культура в условиях Казахстана, повышающая плодородие почвы и успешно выращиваемая как на богарных, так и на орошаемых землях [Национальная программа..., 2017]. Рассматривая этот вопрос комплексно, академик А. А. Жученко [2000] подчеркивал, что по мере роста потенциальной продуктивности сельскохозяйственных культур за счет селекции и технологии возделывания все острее становится проблема устойчивости новых сортов и гибридов к абиотическим и биотическим стрессовым воздействиям. Изменение количественных признаков всегда происходит в процессе роста сельскохозяйственных культур из-за условий роста и взаимодействия «генотип-среда». Причина этого в том, что, в отличие от эволюции, в селекции драйверная форма предпочтительнее стабильной, что способствует повышению чувствительности к регулируемым факторам и снижению устойчивости к нерегулируемым факторам среды, что приводит к специфической реакции окружающей среды, которая находит отражение в экологической устойчивости растениеводства [Кильчевский А. В., 1997].

Люцерна занимает свое место среди других многолетних кормовых культур благодаря ценным биологическим качествам и кормовой питательности [Lloveras J., 2008]. По сравнению с другими бобовыми она содержит больше легкоусвояемого белка и богата минералами и витаминами. В период цветения люцерны в 100 кг свежей травы содержится от 20 до 23 корм. ед. и 4,0-4,1 кг переваримого протеина [Епифанов В. С., 2000, 2004; Денисов Е. П., 2011]. Климатические условия северного Казахстана в основном континентальные, где люцерна изменчивая имеет лидирующую позицию среди кормовых культур. Для успешной реализации задач агропромышленного комплекса в области полевого кормопроизводства необходим взвешенный подбор совре-

менных адаптированных сортов. В этой связи исследования по изучению сортов различного происхождения по хозяйственно-ценным признакам для рекомендаций в производство и использования являются обоснованными и актуальными.

Степень разработанности. Вопросам изучения приемов возделывания люцерны, сравнительной оценки продуктивности гибридных сортов на основе минерального питания, предпосевной обработки почвы и семян, норм высева, условий возделывания смешанных культур в разных регионах страны посвящены работы Садвакасов С. С. [2000, 2003, 2008, 2016], Сыдык Д. А. [2010], Мейерман Г. Т. [2012], Усипбаева Н. Б. [2015, 2016].

В настоящее время в северном Казахстане зарегистрированы новые сорта люцерны, имеющие разные характеристики хозяйственного значения. Поэтому вопрос изучения адаптивных свойств современных сортов люцерны в меняющихся биоклиматических условиях региона остается малоизученным и требует научно-практического обоснования.

Цель и задачи исследований. Целью исследований являлось определение особенностей формирования кормовой и семенной продуктивности сортов люцерны изменчивой разного эколого-географического происхождения в аридных условиях Северного Казахстана.

В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Выявить реакцию сортов на абиотические условия Северного Казахстана, определить их адаптивные свойства.
2. Научно обосновать урожайность сухого вещества и семян ее структурой, особенностями развития растений, устойчивостью к неблагоприятным факторам среды.
3. Определить кормовую питательность и продуктивность сортов люцерны.
4. Рассчитать экономическую и энергетическую эффективность возделывания сортов люцерны изменчивой на кормовые цели и семена.

Научная новизна исследований. Для условий Северного Казахстана выявлены адаптированные сорта люцерны изменчивой, определены показатели их экологической пластичности. Выделены современные сорта люцерны, формирующие кормовую продуктивность более 70 ГДж/га и урожайность семян более 2,4 ц/га. Дано обоснование продуктивности особенностями формирования надземной части растений, засухоустойчивостью и зимостойкостью. Дана сравнительная оценка кормовой питательности сухого вещества, экономической и агроэнергетической эффективности их возделывания.

Теоретическая ценность и практическая значимость результатов исследований. Результаты проведенных исследований являются вкладом в развитие агрономической науки в вопросах теоретического обоснования органо-генеза растений разного эколого-географического происхождения и их экологической пластичности, а также засухоустойчивости и зимостойкости расте-

ний и по формированию травостоя и продуктивности. Рекомендуемые сельскохозяйственному производству сорта люцерны изменчивой Люция 14 и Лазурная позволяют значительно повысить сбор сухого вещества и обменной энергии с единицы площади. Результаты исследований внедрены в производство на площади 250 га в ТОО «Заречный» Есильского района Акмолинской области и на площади 285 га в ТОО «Бектау» Шортандинского района Акмолинской области Республики Казахстан.

Методы и методология исследования. Методология проводимых исследований основана на анализе научной литературы, постановке цели, формулировке задач и программы исследований, закладке полевых и лабораторных опытов, проведении учетов и наблюдений, статистической обработке экспериментальных данных и анализе полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- адаптивность сортов люцерны изменчивой;
- формирование кормовой и семенной продуктивности сортов люцерны изменчивой;
- кормовая питательность сортов люцерны изменчивой.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается значительным объёмом полученных экспериментальных данных, накопленных в итоге пятилетних исследований, выполненных с применением современных методик полевого опыта, стандартных методов математического анализа и положительными результатами апробации, проведённой в производственных условиях. Экспериментальные данные полевых, лабораторных, производственных исследований получены с использованием общепринятых методик, ГОСТов земледелия, растениеводства и кормопроизводства. Достоверность результатов исследований подтверждена статистической обработкой. Проверка методики и оформления полевых опытов ежегодно осуществлялась методической комиссией по приемке опытов при ТОО «НПЦ Зернового хозяйства имени А. И. Бараева» (Казахстан).

Апробация работы Основные положения диссертации докладывались на международных научно-практических конференциях «Инновационные решения стратегических задач агропромышленного комплекса» (Ижевск, 2023); Всероссийских научно-практических конференциях: «Разработка и внедрение почвозащитных энергосберегающих технологий – основной путь повышения рентабельности и экологической безопасности растениеводства на современном этапе» (Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН, 2016), «Многофункциональное адаптивное кормопроизводство» (Москва, 2020). По материалам диссертации издано семь печатных работ, в том числе четыре статьи в журналах перечня ВАК.

Личное участие автора. В получении научных результатов автор принял личное участие во всем комплексе исследований в течение пяти лет (2015-2019 гг.). Планирование научного эксперимента, подготовка опытных участков и закладка опытов, сбор и анализ исходных данных, обобщение и научное обоснование полученных результатов осуществлено автором лично.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 120 страницах, состоит из введения, пяти глав, включает девять рисунков, 35 таблиц, заключения, 77 приложений. Список литературы состоит из 171 источник, в том числе 27 на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В главе представлен аналитический обзор состояние изученности вопроса в Республике Казахстан, в Российской Федерации и за рубежом. Рассмотрены и раскрыты вопросы значения люцерны изменчивой в земледелии и кормопроизводстве, о значении сорта, как главного фактора интенсификации растениеводства и их реакции на абиотические условия, особенности возделывания сортов люцерны изменчивой в аридных условиях Казахстана, на основании которых определена актуальность работы.

2 МЕСТО, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальную работу проводили на базе стационарных полевых опытов, заложенных в ТОО «Научно-производственном центре зернового хозяйства им. А. И. Бараева» (НПЦ ЗХ им. А. И. Бараева), который находится в пос. Научный Шортандинского района Акмолинской области Республики Казахстан, в 60 км от города Астана, в подзоне засушливых разнотравно-ковыльных степей.

Почва на опытном участке – малогумусный южный карбонатный чернозем. Верхние слои южных карбонатных черноземов содержат 3,8-6,0 % гумуса. Почвы хорошо обеспечены валовыми формами азота (0,28-0,31 %), фосфора (0,12-0,13 %), калия обменного (95-116 мг/100 г) и бедны подвижными фосфатами (2,5-3,5 мг/100 г). По метеорологическим условиям годы исследований были разными с ГТК от 0 до 2,3.

Агроценозы сформированы согласно схеме опыта, которая включала 32 сорта разного эколого-географического происхождения:

- в том числе 10 сортов казахстанской селекции: Райхан (к), Шортандинская 2, Люция 14, Лазурная (НПЦЗХ им. А. И. Бараева), Карагандинская 1 (Карагандинский НИИРС), Туркестан 15 (Казахский НИИ рисоводства им. И. Жахаева), Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина (Карабалыкская СХОС), Кокше (Кокшетауский филиал НПЦЗХ им. А. И. Бараева);

- 18 сортов российской селекции: Заря, Бибинур, Чишминская 131 (ФГБНУ Уфимский ФИЦ РАН), Гюзель, Муслима, Татарская пастбищная (ФГБУН «ФИЦ «Казанский научный центр РАН»), Сарга, Уралочка (ФГБНУ «Уральский ФАНИЦ УрО РАН»), Находка, Вега 87 (ФНЦ ВИК им. В. Р. Вильямса, ГУП МО «Московская селекционная станция»), Благодать (ФНЦ ВИК им. В. Р. Вильямса, ГУП МО «Московская селекционная станция»),

ФГБНУ «ФНАЦ ВИМ»), Флора 4 (ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», ФГБНУ Челябинский НИИСХ), Флора 5 (ФГБНУ «ФИЦ цитологии и генетики сибирского отделения РАН, ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»), Флора 7, Флора 8, Омская 7 (ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»), Воронежская 6 (ФНЦ ВИК им. В. Р. Вильямса), Онохойская 6 (ФГБНУ «Бурятский НИИСХ»);

- 3 сорта канадской селекции: Ferax, Rangelander, Rhizoma;

- 1 сорт украинской селекции: Надежда (Институт орошаемого земледелия НААН).

В качестве стандарта использовали сорт люцерны Райхан селекции НПЦЗХ им. А. И. Бараева, районированный по Акмолинской области Республики Казахстан. Данный сорт обладает следующими достоинствами: средне-спелый тип созревания, отличается зимостойкостью, засухоустойчивостью, устойчив к поражению болезнями, очень слабо повреждается вредителями семян, имеет высокую конкурентную способность и симбиотическую азотфиксацию. Опыт полевой однофакторный в четырехкратной повторности. Площадь делянки 30 м².

Анализ агрохимических свойств почвы проводили по общепринятым методикам: подвижный фосфор и калий – по А. Т. Кирсанову, в модификации ЦИНАО [ГОСТ Р 54650-2011], гумус – по И. В. Тюрину, в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26213-91], обменная кислотность (рН в солевой вытяжке) – потенциометрическим методом [ГОСТ 26483-85], гидролитическая кислотность, по Каппену, – потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26212-84], сумма обменных оснований – по методу Каппена-Гильковица [ГОСТ 27821-88], степень насыщенности почв основаниями – расчетным методом [Ягодин Б. А., 1987]. Определение фактической нормы высева, структура урожайности – Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [1985]. Определение зимостойкости, засухоустойчивости по Методическим указаниям по селекции многолетних трав [1978]. Химический анализ растительных проб по общепринятым методикам [Руководство по анализу кормов, 1982]: общий азот и сырой протеин – по методу Кьельдаля [ГОСТ 13496.4-93], сырая клетчатка – по Генебергу и Штоману [ГОСТ 13496.2-91], фосфор [ГОСТ 26657-97], калий [ГОСТ 30504-97], содержание влаги [ГОСТ 27548-97], концентрация обменной энергии в корме – ГОСТ 51038-97. Определение площади листьев расчетным способом. Измеряют длину и наибольшую ширину листа и, используя переводной коэффициент (0,74 — для культур с овальными листьями), рассчитывают площадь одного отдельного листа (см²) по формуле: $P = D * Ш * 0,74$, где D и $Ш$ — соответственно длина и ширина листа, см.

Адаптивная способность и экологическая пластичность сортов люцерны изменчивой [Eberhart S. A., 1966; Кильчевский А. В., 1985]. Расчет доли влияния на урожайность сортов абиотических условий, существенность разницы в

показаниях между вариантами устанавливаются методом дисперсионного анализа, теснота и характер связи – методом корреляционно-регрессионного анализа [Доспехов Б. А., 1985].

Экономическую и энергетическую оценки возделывания сортов люцерны изменчивой проводили на основании технологических карт [Методические указания ..., 1997; Типовые ... 2004].

Предшественник – чистый пар. Предпосевная обработка проведена культиватором – КПЭ - 3,8 с прикатыванием катками ЗККШ-6 до и после посева. Для посева специализированной сеялкой ССФК-7 участок поля размаркирован на ширину захвата сеялки 1,2 м с длиной ярусов 25 м. Точный высеv семян обеспечивается предварительной настройкой сеялок на длину деленок 22,5 метра положением редуктора и линией начала сева. Посев широкорядным (черезрядным) способом с междурядьями 30 см, на глубину 2,0-3,0 см, с нормой высева 2,5 млн шт./га всх. семян. Сорт-стандарт высевали через 10 вариантов. В качестве стандарта использовали сорт Райхан. Определяющим фактором сорта были продуктивность зеленой массы, сухого вещества, семян, биохимический состав кормовой массы, длина вегетационного периода. Это высокопродуктивный сорт со стабильным по годам проявлением тестируемого признака (высота растений, урожайность зеленой массы, сухого вещества, семян и качество кормовой массы, засухо- и зимостойкости). В фазе цветения проводили обработку инсектицидом «Энжио» с нормой расхода препарата 0,4 л/га, рабочего раствора 200 л/га. Учет зеленой массы проводили в фазу начала цветения пробными площадками, на каждой деланке 3 площадки по диагонали площадью 1 м². Уборку осуществляли комбайном WINTERSTEIGER Classic по мере достижения полной спелости семян.

3. ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ

Люцерна – культура с высокой ассимиляционной поверхностью растений. Исследования площади листьев в фазе бутонизации растений люцерны позволили установить, что в третий и четвертый год использования она имеет тенденцию снижения. В среднем по опыту максимальную площадь листьев 51,3-51,9 тыс. м²/га сортов люцерны изменчивой в фазе бутонизации получили в первый и второй год пользования. Между сортами выявлены различия формирования листовой поверхности, так, в среднем за 4 года исследований наименьшую площадь листьев 39,5-40,8 тыс. м²/га имели сорта Заря, Гюзель, Муслима российской селекции и сорт Rangelander канадской селекции. В то же время необходимо отметить, что в условиях Северного Казахстана максимальную площадь листьев 57,2-66,6 тыс. м²/га сформировали сорта Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше, Лазурная казахстанской селекции. Сорта Чишминская 131, Уралочка, Находка российской селекции практически не уступали по данному показателю сортам казахстанской селекции, сформировав площадь ассимиляционной поверхности 52,8-55,2 тыс. м²/га. За период исследований

наибольшая площадь листьев 70,3-86,3 тыс. м²/га была у сортов Лазурная, Люция 14 и Карабалыкская радуга в вегетационный период 2018 г.

Для выявления тесноты и характера связи продуктивности сортов люцерны изменчивой с онтогенезом растений проведен корреляционно-регрессионный анализ по периодам роста и развития растений (табл. 1). Корреляционно-регрессионный анализ показал прямую среднюю связь с продуктивностью сортов люцерны изменчивой с площадью листовой поверхности ($r = 0,52...0,60$) и количеством междоузлий на растении ($r = 0,48...0,59$).

Таблица 1 – Результаты корреляционного анализа продуктивности сортов люцерны с площадью листьев и количеством междоузлий растений

Показатель	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (d_{yx})
Площадь листьев в фазе бутонизации – урожайность сухого вещества	0,60*	0,36
Площадь листьев в фазе бутонизации – урожайность семян	0,52*	0,27
Количество междоузлий на растении – урожайность сухого вещества	0,48*	0,23
Количество междоузлий на растении – урожайность семян	0,28	0,08

Примечание: * - корреляционная связь достоверна на 5 % уровне значимости

Исследованиями установлено, что сопряженность урожайности сухого вещества с площадью листьев в фазе бутонизации и количеством междоузлий 23-36 % ($d_{yx} = 0,23...0,36$), описывается уравнениями линейной регрессии $y = 0,0435x + 3,7332$ и $y = 0,3664x + 0,2854$ (рис. 1, 2). Связь существенна при доверительном интервале $n = 128$ и критерии Стьюдента $t_{05} = 1,96$.

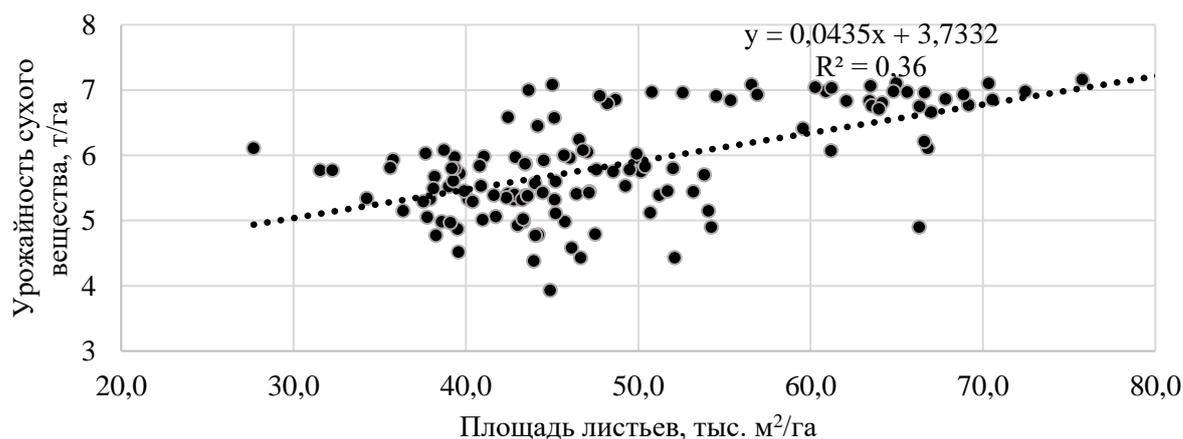


Рисунок 1 – Урожайность сухого вещества сортов люцерны в зависимости от площади листьев в фазе бутонизации (2016-2019 гг.)

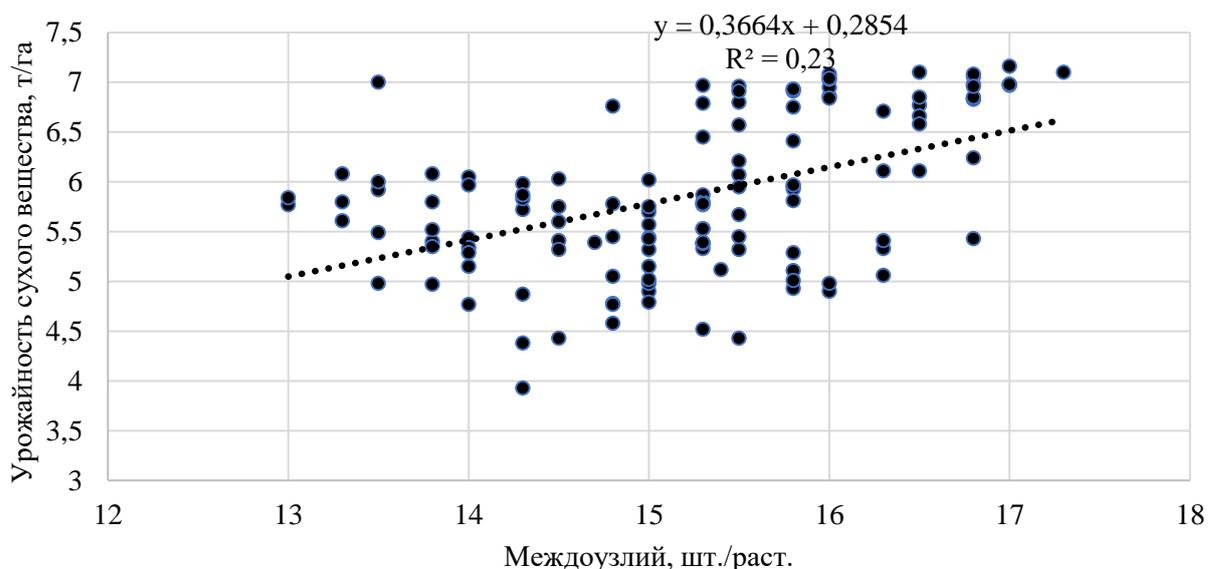


Рисунок 2 – Урожайность сухого вещества сортов люцерны в зависимости от количества междуузлий на растении (2016-2019 гг.)

Анализ связи урожайности семян с площадью листьев позволил установить, что увеличение площади ассимиляционной поверхности на 1 тыс. м²/га повышает урожайность семян на 1,5 кг/га, данная изменчивость показателя имеет сопряженность 27 % (рис. 3).

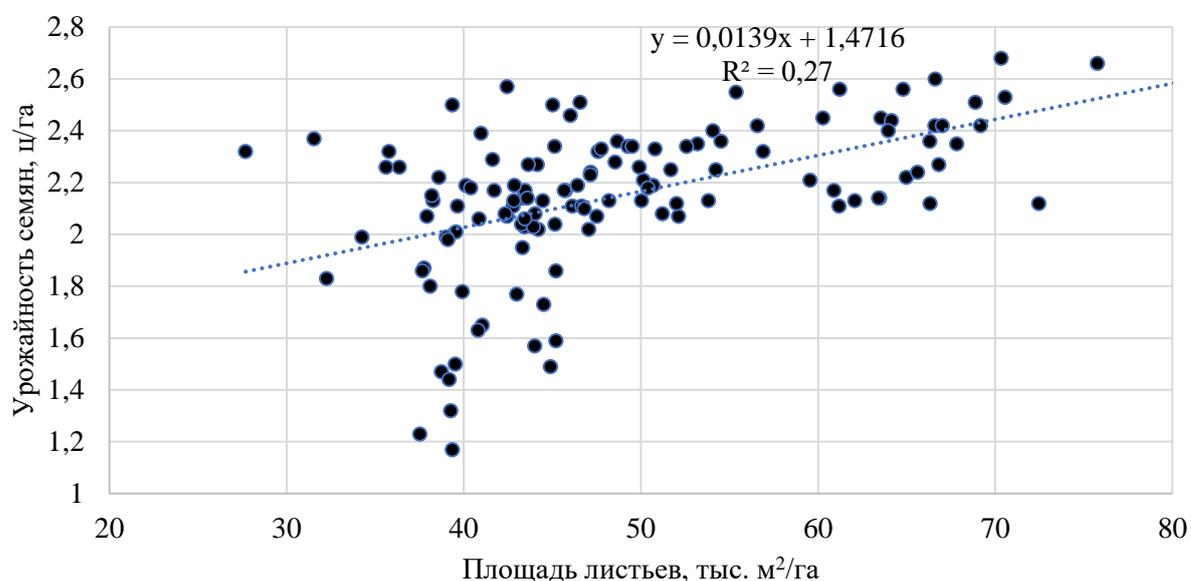


Рисунок 3 – Урожайность семян сортов люцерны в зависимости от площади листьев в фазе бутонизации (2016-2019 гг.)

Четырехлетние исследования онтогенеза сортов люцерны изменчивой позволяют делать вывод об относительно высокой адаптированности сортов казахстанской селекции к условиям Северного Казахстана, а также сорта Чишминская 131, Уралочка и Находка российской селекции.

Важным адаптивным свойством, которым должны обладать сорта люцерны изменчивой, является их засухоустойчивость и, особенно при возделывании в аридных условиях. Во все годы исследований вариация засухоустойчивости сортов люцерны была значительной $V > 20$ %. Наименьшее значение её 30 % было в 2016 г., наибольшее в 2018 г. – 41 % (табл. 2).

Таблица 2 – Засухоустойчивость растений сортов люцерны изменчивой, %

Сорт	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Коэффициент вариации (V), %
Райхан (к)	36,0	41,4	32,4	26,9	18
Заря	43,0	38,7	37,2	25,3	21
Гюзель	36,6	37,3	33,8	24,6	18
Муслима	35,7	38,8	33,0	26,6	15
Чишминская 131	44,1	51,0	40,0	29,4	22
Сарга	41,2	45,9	41,0	28,8	19
Бибинур	36,7	39,3	35,3	25,8	17
Татарская пастбищная	37,1	40,0	33,9	25,4	19
Уралочка	41,8	45,3	40,4	31,1	15
Находка	41,4	46,9	40,7	30,7	17
Шортандинская 2	44,2	50,0	40,3	31,4	19
Вега 87	36,2	39,6	30,2	25,0	20
Благодать	38,0	41,1	33,3	24,8	21
Флора 4	36,4	42,0	29,4	25,2	22
Флора 5	35,7	43,0	28,1	24,3	25
Флора 8	37,4	42,9	29,6	23,6	25
Омская 7	36,6	41,6	28,6	24,7	23
Воронежская 6	37,1	40,8	31,3	24,8	21
Флора 7	36,1	41,4	30,2	22,1	26
Онохойская 6	42,1	43,7	31,0	26,3	24
Надежда	34,9	40,3	30,6	24,3	21
Ferax	46,4	39,9	46,1	29,9	19
Rangelander	38,8	36,6	33,4	24,9	18
Rhizoma	34,7	36,6	34,7	29,8	9
Карагандинская 1	41,9	47,4	34,6	31,4	19
Туркестан 15	46,4	58,9	40,8	29,1	28
Карабалыкская 18	43,2	44,1	39,1	31,9	14
Карабалыкская радуга	45,1	46,2	35,7	31,4	18
Карабалыкская жемчужина	43,6	47,3	35,5	29,9	20
Люция 14	44,3	48,7	38,6	30,8	20
Кокше	42,3	47,6	32,5	28,1	24
Лазурная	42,8	48,7	33,8	30,9	20
Коэффициент вариации (V), %	30	36	41	34	
НСР ₀₅ =	7,7	6,9	6,2	4,7	

В течение трёх лет исследований из четырех существенно высокой засухоустойчивостью характеризовались сорта Шортандинская 2, Туркестан 15, Люция 14 казахстанской селекции и сорт Чишминская 131 российской селекции. В 2016 г. показатель засухоустойчивости 44,1-46,4 % был существенно выше, чем у стандартного сорта при $НСР_{05} = 7,7\%$, в 2017 г. – 48,7-58,9 % при $НСР_{05} = 6,9$ %, в 2018 г. – 38,6-40,8 % при $НСР_{05} = 6,2$ %. В 2019 г. выявлена

относительно низкая засухоустойчивость у всех сортов. Существенно низкий показатель 22,1 % имел сорт Флора 7 при $НСР_{05} = 4,7$ %.

Изменчивость данного признака в течение 2016-2019 гг. у сортов проявилась по-разному. Сорт Rhizoma отличился незначительной вариацией показателя $V = 9$ %, имея относительно низкую засухоустойчивость среди изучаемых сортов во все годы исследований. Сорта Райхан, Шортандинская 2, Карагандинская 1, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Лазурная казахстанской селекции, сорта Гюзель, Муслима, Сарга, Бибинур, Татарская пастбищная, Уралочка, Находка российской селекции и сорта Ferax, Rangelander канадской селекции имели среднюю изменчивость признака, о чём свидетельствует коэффициент вариации $V \leq 20$ %. Другие изучаемые сорта имели значительную вариацию засухоустойчивости за 4 года исследований.

Таким образом, исследованиями особенностей роста и развития люцерны изменчивой в аридных условиях Северного Казахстана доказана адаптированность сортов казахстанской селекции к изменяющимся условиям внешней среды формированием продуктивности.

4 ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ

Темпы роста и развития люцерны изменчивой тесно связаны с условиями внешней среды, из которых наиболее важная роль принадлежит температурному режиму и влагообеспеченности, которые влияют на продолжительность межфазных периодов. Для выявления тесноты и характера связи метеорологических условий вегетационного периода с кормовой продуктивностью сортов люцерны изменчивой проведен корреляционный анализ по периодам роста и развития растений (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа метеорологических условия вегетационного периода люцерны изменчивой с урожайностью сухого вещества, 2016-2019 гг.

Показатель	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (d_{yx})	Уравнение регрессии
Отрастание - стебление			
Среднесуточная температура воздуха, °C	-0,26	0,07	-
Сумма положительных температур	-0,20	0,04	-
Сумма эффективных температур (> 5 °C)	-0,15	0,02	-
Сумма активных температур (> 10 °C)	0,32*	0,10	$y = 0,0042x + 6,0631$
Сумма осадков, мм	0,34*	0,12	$y = 0,0136x + 5,6185$
ГТК	0,32*	0,10	$y = 0,1842x + 5,7113$
Стебление - бутонизация			
Среднесуточная температура воздуха, °C	0,01	0	-
Сумма положительных температур	0,09	0,01	-
Сумма эффективных температур (> 5 °C)	0,14	0,02	-
Сумма активных температур (> 10 °C)	0,12	0,01	-
Сумма осадков, мм	0,35*	0,12	$y = 0,003x + 5,7809$
ГТК	0,14	0,02	-

Примечание: * - корреляционная связь достоверна на 5 % уровне значимости

Исследованиями установлено, что в начале вегетации («период отрастание – стебление») сопряженность сбора сухого вещества с суммой активных температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), с суммой выпавших осадков, и составляла 10-12 %, коэффициент детерминации $d_{yx} = 0,10 \dots 0,12$. Урожайность сухого вещества сортов люцерны изменчивой имела прямую среднюю корреляцию вещества с суммой активных температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$), сумма выпавших осадков, и гидротермическим коэффициентом в период интенсивного роста растений, о чем свидетельствует коэффициент $r = 0,32 \dots 0,34$, в период «стебление – бутонизация» среднюю корреляционную связь с суммой осадков ($r = 0,35$) и описывается уравнением линейной регрессии $y = 0,003x + 5,7809$. Т.е. сбор сухого вещества сортов люцерны изменчивой имел сопряженность 12 % с изменчивостью данного фактора. Связь с продуктивностью относительной влажности воздуха существенна при доверительном интервале $n = 128$ и критерии Стьюдента $t_{05} = 1,96$.

Сопряженность формирования семенной продуктивности люцерны изменчивой с метеорологическими условиями вегетационного периода представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты корреляционно-регрессионного анализа метеорологических условий вегетационного периода люцерны изменчивой с урожайностью семян, 2016-2019 гг.

Показатель	Коэффициент корреляции (r)	Коэффициент детерминации (d_{yx})	Уравнение регрессии
Отрастание - стебление			
Среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	-0,21	0,04	-
Сумма положительных температур	-0,31	0,10	-
Сумма эффективных температур ($> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$)	-0,26	0,07	-
Сумма активных температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)	-0,35	0,12	-
Сумма осадков, мм	0,35*	0,12	$y = 0,0104x + 1,9623$
ГТК	0,40*	0,16	$y = 0,1572x + 2,0197$
Стебление - бутонизация			
Среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	0,53*	0,28	$y = 0,0891x + 0,776$
Сумма положительных температур	0,41*	0,17	$y = 0,001x + 1,4642$
Сумма эффективных температур ($> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,46*	0,21	$y = 0,0016x + 1,5422$
Сумма активных температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,50*	0,25	$y = 0,0028x + 1,676$
Сумма осадков, мм	0,50*	0,25	$y = 0,005x + 2,0078$
ГТК	0,41*	0,17	$y = 0,2889x + 1,9705$
Бутонизация - цветение			
Среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	0,40*	0,16	$y = 0,0435x + 1,2986$
Сумма положительных температур	0,42*	0,18	$y = 0,0008x + 1,3904$
Сумма эффективных температур ($> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,40*	0,16	$y = 0,0008x + 1,6794$
Сумма активных температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)	0,38*	0,15	$y = 0,0011x + 1,8246$
Сумма осадков, мм	-0,54*	0,29	$y = -0,0206x + 2,4242$
ГТК	-0,47*	0,22	$y = -0,2624x + 2,3298$
Цветение - созревание семян			
Среднесуточная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	-0,38	0,15	-
Сумма положительных температур	-0,13	0,02	-
Сумма эффективных температур ($> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$)	-0,08	0,01	-
Сумма активных температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)	-0,19	0,03	-
Сумма осадков, мм	0,21*	0,05	$y = 0,001x + 2,038$
ГТК	0,34*	0,12	$y = 0,1541x + 1,9819$

Примечание: * - корреляционная связь достоверна на 5 % уровне значимости

В период «отрастание-стеблевание» корреляцию урожайность семян имела с суммой осадков и гидротермическим коэффициентом ($r = 0,35 \dots 0,40$) при доверительном интервале $n = 128$ и критерии Стьюдента $t_r = 1,96$. В период развития генеративных органов растений (фаза бутонизации и цветения) установлена прямая средняя корреляция урожайности семян со среднесуточной температурой воздуха ($r = 0,40 \dots 0,53$), с суммой положительных температур ($r = 0,41 \dots 0,42$), с суммой эффективных температур ($r = 0,40 \dots 0,46$), с суммой активных температур, что свидетельствует о влиянии данных факторов на изменчивость урожайности в 15-28 % случаях.

Корреляционная связь урожайности семян с суммой осадков изменялась по мере развития растений люцерны. В фазе бутонизации корреляция была прямой средней ($r = 0,50$) или на 25 % данный фактор влиял на изменчивость урожайности и описывался уравнением линейной регрессии $y = 0,005x + 2,0078$. В фазе цветения сумма выпавших осадков с урожайностью семян имела уже обратную корреляционную связь ($r = -0,54$) и описывалась уравнением линейной регрессии $y = -0,0206x + 2,4242$.

В период созревания влияние метеорологических условий на урожайность семян люцерны изменчивой снизилось. Выявлена лишь средняя корреляционная связь ($r = 0,34$) с относительной ГТК.

Посевы сортов люцерны изменчивой за период исследований (2016-2019 гг.) сформировали относительно высокую урожайность (табл. 5). Наилучшие условия для формирования урожайности сухого вещества сложились в 2018 г., о чём свидетельствует индекс условий среды $I_j = 0,20$, при которых в среднем по опыту сорта сформировали 6,06 т/га. В 2019 г. абиотические условия были практически такие ($I_j = 0,14$), продуктивность сортов составила 6,01 т/га. В среднем по опыту наименьшую урожайность сухого вещества 5,69-5,71 т/га сорта люцерны изменчивой сформировали в неблагоприятный 2016 и 2017 гг. при опасном недостатке влаги в период интенсивного роста ($I_j = -0,16 \dots -0,18$).

В 2016 г. реакция на абиотические условия сортов Шортандинская 2, Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше, Лазурная выразилась существенным увеличением сбора сухого вещества на 1,36-1,71 т/га, или на 25-32 % относительно урожайности стандартного сорта Райхан при $НСР_{05} = 1,24$ т/га. Среди сортов российской селекции Заря, Гюзель, Муслима, Сарга, Бибинур, Уралочка, Вега 87, Благодать, Флора 4, Флора 5, Омская 7, Флора 7, Онохойская 6, сорт украинской селекции Надежда, сорта канадской селекции Feraх, Rangelander, Rhizoma в условиях Северного Казахстана уступали сортам казахстанской селекции на 1,31-2,67 т/га при $НСР_{05} = 1,24$ т/га.

В условиях 2017 г. сорта люцерны изменчивой в среднем по опыту сформировали относительно низкую урожайность сухого вещества. Сортосовая реакция на абиотические условия сорта Чишминская 131 проявилась существенным увеличением сбора сухого вещества до 6,41 т/га в отличие от предыдущего года. Прибавка 1,29 т/га или 25 % существенна относительно продуктивности стандартного сорта Райхан.

Таблица 5 – Сбор сухого вещества сортов люцерны изменчивой, т/га

Сорт	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Райхан (к)	5,39	5,12	5,96	6,08	5,64
Заря	5,41	5,60	5,93	6,08	5,76
Гюзель	5,32	5,57	5,77	3,93	5,15
Муслима	4,98	4,98	6,11	5,98	5,51
Чишминская 131	6,07	6,41	6,85	6,79	6,53
Сарга	5,44	5,44	5,97	6,02	5,72
Бибинур	4,43	4,43	5,81	4,38	4,76
Татарская пастбищная	5,70	5,95	5,67	5,92	5,81
Уралочка	4,90	4,90	6,24	6,45	5,62
Находка	6,11	6,21	6,58	6,57	6,37
Шортандинская 2	6,98	6,86	7,08	7,00	6,98
Вега 87	5,32	5,32	5,41	5,34	5,35
Благодать	4,79	5,43	5,29	5,29	5,20
Флора 4	5,40	5,33	5,53	5,49	5,44
Флора 5	4,52	5,33	4,98	5,77	5,15
Флора 8	6,05	4,77	5,43	5,52	5,44
Омская 7	5,35	5,38	5,39	5,87	5,50
Воронежская 6	5,87	5,11	5,01	4,87	5,22
Флора 7	4,58	5,06	5,78	6,03	5,36
Онохойская 6	4,78	5,53	5,75	4,97	5,26
Надежда	5,38	4,93	5,97	5,61	5,47
Ferax	5,72	5,02	5,75	5,84	5,58
Rangelander	5,15	5,05	5,78	5,80	5,45
Rhizoma	4,77	5,45	5,83	5,80	5,46
Карагандинская 1	7,06	6,77	6,98	6,97	6,95
Туркестан 15	5,80	5,45	5,15	6,00	5,60
Карабалыкская 18	6,98	6,76	6,96	6,91	6,90
Карабалыкская радуга	6,83	6,66	6,95	6,96	6,85
Карабалыкская жемчужина	6,83	6,80	7,03	6,91	6,89
Люция 14	7,10	6,93	7,16	7,08	7,07
Кокше	6,75	6,71	6,84	6,93	6,81
Лазурная	6,97	6,85	7,10	7,04	6,99
НСР ₀₅ =	1,24	1,14	0,89	0,83	
Индекс Ij	-0,16	-0,18	0,20	0,14	

Наибольшую урожайность сухого вещества 6,66-6,93 т/га сформировали Шортандинская 2, Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше, Лазурная, выше на 1,54-1,81 т/га, или на 30-35 % относительно урожайности сухого вещества стандартного сорта Райхан при НСР₀₅=1,14 т/га.

В 2018 г. наибольшую урожайность сухого вещества 7,16 т/га сформировал сорт люцерны Люция 14. Сорта Чишминская 131, Шортандинская 2, Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская

жемчужина, Люция 14, Лазурная имели преимущество по сбору сухого вещества на 0,89-1,14 т/га, или на 15-20 % относительно урожайности стандартного сорта Райхан при $НСР_{05} = 0,89$ т/га.

В абиотических условиях 2019 г. накопление сухого вещества люцерной четвертого пользования шло аналогично предыдущим годам. Сбор сухого вещества 6,91-7,08 т/га сортами Шортандинская 2, Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше, Лазурная был больше на 0,83-1,00 т/га, чем в контроле при $НСР_{05} = 0,83$ т/га.

В среднем за 4 года выделился сорт Люция 14 с продуктивностью более 7 т/га (7,07 т/га).

Исследованиями за четыре года выявлено, что в среднем по опыту урожайность семян сортов люцерны в 2016-2017 гг. сформировалась 2,13-2,16 ц/га. Посевы третьего года пользования образовали на 11-12 % больше предыдущих лет. Но посевы четвертого года пользования значительно снизили семенную продуктивность на 0,18-0,44 ц/га или 8-18 % относительно семенной продуктивности посевов первого, второго и третьего годов пользования (табл. 6). Выявлено, что в период исследований данный показатель был крайне нестабильным. По изменениям семенной продуктивности изучаемых сортов закономерности в основном не выявлены, хотя между изучаемыми сортами были существенные различия.

В 2016 г. наибольшую семенную продуктивность сформировали сорта Сарга, Уралочка, Находка (2,24-2,27 ц/га) российской селекции, Rangelander – канадской селекции (2,26 ц/га), Люция 14 и Лазурная – казахстанской селекции (2,22-2,24 ц/га). Прибавка к урожайности семян стандартного сорта Райхан 0,14-0,19 ц/га существенна при $НСР_{05} = 0,14$ ц/га.

В 2017 г. сорта Находка, Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Лазурная имели существенное преимущество по урожайности семян на 0,23-0,32 ц/га при $НСР_{05} = 0,23$ ц/га. Следует отметить, что сорт Rangelander канадской селекции, в отличие от предыдущего года, существенно снизил семенную продуктивность на 0,32 ц/га. Аналогично, снижением урожайности на 0,24-0,62 ц/га выразилась реакция сортов Заря, Гюзель, Ferax, Rhizoma.

В условиях Северного Казахстана 2018 г. посевы сортов люцерны изменчивой третьего года пользования сформировали семенную продуктивность практически на одном уровне. Существенно выше урожайность сформировали сорта Карабалыкская 18, Люция 14, Лазурная на 0,18-0,22 ц/га при $НСР_{05} = 0,18$ ц/га. Сорта Татарская пастбищная, Вега 87, Благодать, Флора 5, Флора 8, Онохойская 6, Надежда, Ferax, Rhizoma имели семенную продуктивность ниже на 0,18-0,31 ц/га.

В 2019 г. в посевах четвертого пользования была выявлена значительная вариация 63 % показателя между сортами. Диапазон урожайности составил от 1,17 ц/га у сорта Rangelander до 2,45 ц/га у сорта Лазурная.

Таблица 6 – Урожайность семян сортов люцерны изменчивой, ц/га

Сорт	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее
Райхан (к)	2,08	2,19	2,46	2,10	2,21
Заря	2,07	1,86	2,32	1,47	1,93
Гюзель	2,11	1,57	2,37	1,49	1,89
Муслима	2,14	2,17	2,32	1,65	2,07
Чишминская 131	2,11	2,21	2,36	2,13	2,20
Сарга	2,24	2,35	2,50	2,26	2,34
Бибинур	2,07	2,11	2,26	2,03	2,12
Татарская пастбищная	2,13	2,13	2,15	1,73	2,04
Уралочка	2,25	2,36	2,51	2,27	2,35
Находка	2,27	2,42	2,57	2,34	2,40
Шортандинская 2	2,12	2,35	2,50	2,27	2,31
Вега 87	2,04	2,04	2,19	1,99	2,07
Благодать	2,07	2,13	2,18	1,23	1,90
Флора 4	2,13	2,19	2,34	1,80	2,12
Флора 5	2,01	2,07	2,22	1,83	2,03
Флора 8	2,02	2,08	2,23	1,99	2,08
Омская 7	2,08	2,14	2,29	2,06	2,14
Воронежская 6	2,17	1,59	2,39	1,50	1,91
Флора 7	2,11	2,17	2,32	1,86	2,12
Онохойская 6	2,02	2,06	2,21	1,98	2,07
Надежда	2,03	1,77	2,19	1,32	1,83
Гергах	2,11	1,95	2,28	1,63	1,99
Rangelander	2,26	1,87	2,34	1,17	1,91
Rhizoma	2,13	1,78	2,18	1,44	1,88
Карагандинская 1	2,14	2,42	2,56	2,33	2,36
Туркестан 15	2,12	2,25	2,40	2,17	2,24
Карабалыкская 18	2,17	2,45	2,60	2,36	2,40
Карабалыкская радуга	2,14	2,42	2,64	2,34	2,39
Карабалыкская жемчужина	2,13	2,44	2,56	2,33	2,37
Люция 14	2,22	2,51	2,66	2,42	2,45
Кокше	2,12	2,40	2,55	2,32	2,35
Лазурная	2,24	2,53	2,68	2,45	2,48
НСР ₀₅ =	0,14	0,23	0,18	0,23	
Коэффициент вариации (V), %	11	38	22	63	

Определяющими факторами изменчивости урожайности семян сортов люцерны изменчивой были количество бобиков на стебле, семян в бобике и масса 1000 семян. В среднем за четыре года исследований по массе 1000 семян 1,91-1,98 г можно выделить сорта Чишминская 131, Уралочка, Находка, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше. Как известно, данный показатель имеет важное значение в реализации урожайных свойств семян.

Для определения связи урожайности семян с её основными составляющими элементами структуры в исследуемые годы провели корреляционный анализ (табл. 7). При корреляционном анализе выявлена положительная средняя связь урожайности семян с количеством бобиков на стебле ($r = 0,49$), с количеством семян в бобике ($r = 0,59$) и с массой 1000 семян ($r = 0,59$).

Таблица 7 – Коэффициенты корреляции между урожайностью семян сортов люцерны изменчивой с элементами её структуры (в среднем за 2016-2019 гг.)

Элементы структуры урожайности	Коэффициент корреляции (r)
Количество бобиков на стебле	0,49*
Количество семян в бобике	0,59*
Масса 1000 семян	0,52*

Примечание: * - существенно на 5 % уровне значимости

В среднем за 2016-2019 гг. сорта Шортандинская 2, Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше, Лазурная казахстанской селекции, сорта Уралочка, Находка, Сарга российской селекции выделились формированием наибольшей семенной продуктивности 2,31-2,48 ц/га. Установлено, что уборку сортов люцерны на семена можно начинать уже в первый год пользования, при этом не снижается густота травостоя и их продуктивность в последующие годы использования.

Выявлена сортовая реакция люцерны изменчивой при использовании на семенные цели. В четвертый год пользования сорта Муслима, Татарская пастбищная, Флора 7, Флора 4 и Feгах семенную продуктивность снизили на 20-29 % относительно продуктивности в третий год пользования, сорта Заря, Гюзель, Воронежская 6 и Rhizoma – на 34-37 %, сорта Благодать и Надежда – на 40-44 %, сорт Rangelander – на 50 %, что свидетельствует о нецелесообразности использования травостоев 4-го пользования на семена. Из изучаемых вариантов сорта Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше, Лазурная характеризовались увеличением урожайности семян во второй и третий годы пользования на 13-23 %, поэтому данные сорта на семена целесообразно использовать со второго года пользования.

5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКИ, ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Расчёты экономической эффективности провели с учётом полевых работ в год посева. Изучаемые показатели эффективности возделывания сорта люцерны изменчивой – уровень рентабельности 16-42 %, доказывают их эффективность. Внедрение в производство высокоурожайных сортов позволяет повысить уровень рентабельности на 24-26 %, снизить себестоимость продукции на 153-160 руб./т кормовой массы. Экономическая эффективность возделывания люцерны изменчивой на семена составила 258-300 %. Расчёты агроэнергетической эффективности возделывания люцерны показали, что затраты на производство кормовой массы полностью окупаются количеством энергии в урожае. Наибольший коэффициент энергетической эффективности 2,40-2,44 при возделывании на кормовые цели обеспечили сорта Шортандинская 2, Люция 14 и Лазурная.

Результаты исследований внедрены в производство на площади 250 га в ТОО «Заречный» Есильского района Акмолинской области Респуб-

лики Казахстан. Возделывание сорта Люция 14 на кормовые цели обеспечил сбор сухого вещества 8,25 т/га сухого вещества за 2 укоса с себестоимостью 552 руб./т. При возделывании люцерны изменчивой сорта Люция 14 и на площади 285 га в ТОО «Бектау» Шортандинского района Акмолинской области Республики Казахстан получена урожайность семян 1,96 ц/га с себестоимостью 6500 руб./ц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты четырёхлетних исследований (2016-2019 гг.) позволяют сделать следующие выводы:

1. Установлена сопряженность 10-12 % сбора сухого вещества сортами люцерны изменчивой с суммой активных температур и сумма выпавших осадков. Урожайность семян имела прямую среднюю корреляцию со среднесуточной температурой воздуха ($r = 0,40 \dots 0,53$), с суммой положительных температур ($r = 0,41 \dots 0,42$), с суммой эффективных температур ($r = 0,40 \dots 0,46$).

2. Сорта казахстанской селекции Шортандинская 2, Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше, Лазурная обладают высокими адаптивными свойствами, сформировав урожайность сухого вещества 6,81-7,07 т/га. Высокой семенной продуктивностью 2,45-2,48 ц/га характеризуются сорта Люция 14, Лазурная.

3. Выявлены сортовые особенности люцерны изменчивой по формированию семенной продуктивности. Посевы сортов казахстанской селекции Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше, Лазурная целесообразно использовать на семена во второй и третий год использования и при их максимальной продуктивности.

4. Доказано влияние особенностей развития растений на продуктивность сортов люцерны, которая имеет прямую среднюю связь с площадью листовой поверхности ($r = 0,52 \dots 0,60$) и количеством междоузлий на растении ($r = 0,48 \dots 0,59$). Высокая продуктивность сортов Шортандинская 2, Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше, Лазурная сформировалась при 91,9-94,6 % зимостойкости и 31,4-35,6 % засухоустойчивости.

5. Кормовая продуктивность 71,7-73,8 ГДж/га сортов Шортандинская 2, Карагандинская 1, Карабалыкская 18, Карабалыкская радуга, Карабалыкская жемчужина, Люция 14, Кокше с концентрацией сырого протеина 16,9-18,2 % имеет существенное преимущество перед сортами другого эколого-географического происхождения.

6. Наибольшая эффективность с уровнем рентабельности 40-42 % при возделывании на кормовые цели с наименьшей себестоимостью 705-7012 руб./т сухого вещества и с уровнем рентабельности 296-300 % и с себестоимостью 7494-7584 руб./ц при возделывании на семена получена по сортам Люция 14, Лазурная.

