

На правах рукописи



ГОРЮНОВ КИРИЛЛ НИКОЛАЕВИЧ

**МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЮЦЕРНЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И СЕМЯН В
УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2022

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Аграрный научный центр «Донской» в 2018-2021 гг.

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Костылев Павел Иванович**

Официальные оппоненты:

Гончарова Юлия Константиновна,
доктор биологических наук, ФГБНУ
«Федеральный научный центр риса»,
заведующая лабораторией генетики и
гетерозисной селекции

Меремьянина Ирина Анатольевна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Национальный центр зерна имени
П. П. Лукьяненко», заведующая отделом
бобовых культур

Ведущая организация:

Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Защита диссертации состоится «26 мая» 2022 г. в 13.00 часов на заседании диссертационного совета: Д 220.038.03 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, 1 этаж, ауд. 106),

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 и на сайтах <http://www.kubsau.ru>, Высшей аттестационной комиссии – <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «1» апреля 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор биологических наук, профессор

 : Цаценко Л.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Люцерна (*Medicago sativa* L.) – одна из важнейших кормовых бобовых культур в мире, так как является высокоурожайной и обладает многоукосностью. Именно эти свойства люцерны позволяют получать ценный корм, содержащий белки, незаменимые аминокислоты, витамины, нуклеиновые кислоты и большой спектр других полезных веществ. На Северном Кавказе она является основным источником кормового белка и выращивается на сено, зеленый корм, силос и семена. В Российской Федерации площадь, занятая под люцерной, составляет более 2 млн га. В Ростовской области высевают около 20 тыс. га.

В животноводстве использование в рационе люцерны позволяет уменьшить или устранить белковые и минеральные добавки, так как она содержит много протеина, кальция, фосфора, магний и других веществ, сокращая тем самым затраты.

Следовательно, изучение и отбор исходного материала для люцерны должны учитывать экологический эффект для более полного использования каждого экотипа в различных эколого-географических группах. Такой подход значительно облегчает поиск необходимых признаков и свойств среди огромного разнообразия люцерны.

Комплексное изучение и оценка образцов люцерны, относящихся к различным эколого-географическим группам, дают возможность определить их морфо-биологические признаки и свойства с последующим выделением перспективных форм для создания в процессе селекционной работы сортов с высокой семенной и кормовой продуктивностью.

Цель и задачи исследований. Целью наших исследований являлось всестороннее изучение коллекционных образцов люцерны по морфо-биологическим признакам и свойствам, урожайности семян и зеленой массы для включения лучших из них в селекционную работу. Для ее выполнения предстояло решить следующие задачи:

- проанализировать коллекционные образцы люцерны по продуктивности вегетативных и генеративных органов;
- изучить комплекс количественных признаков и провести корреляционный анализ;
- с помощью статистического анализа определить оптимумы величин признаков, при которых формируется максимальная урожайность растений;
- сформировать модель сорта люцерны для условий юга Ростовской области;
- отобрать лучшие образцы люцерны, сочетающие высокую урожайность семян и зеленой массы;
- определить экономический эффект от внедрения в производство нового сорта люцерны Сударыня.

Научная новизна исследований. Впервые в южной зоне Ростовской области комплексно изучен и оценен исходный коллекционный материал люцерны, представленный 200 образцами из различных эколого-географических ареалов. Определены размах изменчивости основных важных количественных признаков и их влияние на продуктивность в засушливых условиях. Выделены для использования в селекционном процессе высокоурожайные формы и сорта люцерны, приспособленные к условиям Ростовской области.

Практическая значимость исследований. Выделены образцы люцерны, имеющие оптимальную высоту растений, хорошую облиственность, большое количество кистей на растении, бобов в кисти и семян в бобе, а также высокое качество и другие полезные свойства. Отобрано 5 сортов и образцов люцерны с оптимальными сочетаниями хозяйственно-ценных признаков. Сформулирована модель оптимального сорта для почвенно-климатических условий юга Ростовской области. Выведен и в 2020 г. передан на Государственное сортоиспытание новый сорт люцерны Сударыня, обладающий высокой урожайностью и повышенной скоростью первоначального роста. Он обладает стабильно высокой урожайностью при выращивании на различных землях.

Методология и методы исследований. При проведении исследований в качестве источников информации использованы монографии, научные статьи и другие материалы. Исследования проводили полевым и лабораторным методами. Фенологические наблюдения за растениями, биометрический анализ и уборку урожая проводили согласно общепринятым методикам. Обработку данных эксперимента проводили в программе Statistica 10, дисперсионный анализ – по методике, представленной Б.А. Доспеховым.

Основные положения, выносимые на защиту:

- результаты изучения коллекционного генофонда люцерны по продуктивности и наиболее важным количественным признакам;
- статистический и корреляционный анализ количественных и признаков в связи с продуктивностью растений;
- оптимальная модель сорта для условий юга Ростовской области;
- лучшие образцы люцерны, сочетающие высокую урожайность семян и зеленой массы;
- новый сорт люцерны Сударыня с комплексом ценных хозяйственно-биологических признаков и свойств;
- экономическая эффективность возделывания нового сорта люцерны.

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Исследования проведены в 2018-2021 годы соответственно плану научно-исследовательских работ ФГБНУ «АНЦ «Донской». Результаты экспериментальных исследований, выводы по диссертации оригинальны, обоснованы и получены путем использования современных методик. Достоверность результатов была подтверждена системным подходом к исследованию, большим объемом проанализированного материала и использованием надежных биометрических показателей для статистической обработки данных.

Личный вклад автора. Соискатель на всех этапах исследования самостоятельно проводил подбор литературных источников и анализ погодных условий в годы исследования; разрабатывал программы научных исследований по теме диссертации, отбирал методики и составлял схемы экспериментов; непосредственно проводил полевые опыты, отбор растений в поле; ручную и комбайновую уборку анализируемого материала, и биометрический анализ количественных признаков растений. На основе собранных экспериментальных данных провел их математическую обработку, обоснованно интерпретировал результаты исследований и сформулировал выводы.

Апробация работы и публикация результатов.

Основные положения диссертационной работы были представлены на заседаниях ученого совета ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2019-2021 гг.). Они также докладывались на конференциях: РОГИС (Ростов-на-Дону, 2020 гг.), на Международных научно-практических конференциях «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания с.-х. культур и переработки продукции растениеводства» (пос. Персиановский, 2018, 2020, 2021 гг.), на Международных конференциях «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса» (Ставрополь, 2018, 2019 гг.), на Международных научно-практических конференциях «Ин-новационные технологии производства и переработка сельскохозяйственной продукции» (Зерноград, 2018, 2019, 2021 гг.),

Основные результаты диссертации опубликованы в 10 научных статьях, в том числе 5 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Подана заявка в Госкомиссию по сортоиспытанию на сорт люцерны Сударыня.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация в объеме 147 страниц текста, состоит из введения, пяти глав, заключения, включающего основные выводы и предложения селекционной практике и производству, содержит 13 таблиц, 44 рисунков и 8 приложений. Список литературы включает 142 наименования, в том числе 35 – иностранных, и 4 ссылки на интернет-ресурсы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 ИСТОРИЯ, КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДА, БОТАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ, БИОХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ, МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ, АГРОТЕХНОЛОГИЯ (обзор литературы)

В данной главе рассмотрены морфология и народно-хозяйственное значение люцерны. Освещены аспекты влияния количественных признаков на формирование продуктивности люцерны. Описаны факторы, определяющие урожайность зеленой массы и семян.

2 Почвенно-климатические условия, исходный материал и методика проведения исследований

Исследования проводили на опытных полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» (г. Зерноград, Ростовская область) в течение 4 лет (2018-2021 гг.). Основной тип почвы этой местности – чернозем обыкновенный мощный мицеллярно-карбонатный глинистый на лессовидных суглинках. Плодородный слой обладает хорошей комковатой и зернистой структурой, эффективными водно-физическими свойствами, накопление гумуса составляет 470-535 т/га. Содержание легкогидролизуемого азота – 80-110, нитрификационного азота – 30-40, подвижного фосфора – 15-20, обменного калия – 300-500 мг/кг почвы.

Годы исследований (2018-2021) были разнообразными по погодным условиям, что дало возможность наиболее полно оценить селекционный материал люцерны.

Объектом исследования послужили 200 образцов коллекции люцерны полученных из ВИГРР имени Вавилова и селекции «АНЦ «Донской». В качестве стандарта использовали возделываемый в Северо-Кавказском регионе сорт люцерны Ростовская 90. Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевые учеты и определение структуры урожая проводили согласно методикам Государственного сортоиспытания с.-х. культур (1998) и методике полевого опыта Доспехов Б.А. (2014).

Делянки трёхрядковые площадью 1 м², длиной 1,75 м с междурядьями 20 см, повторность опыта двухкратная. Посев ручной, рядовой, норма высева – 2 г/м². Уборку осуществляли комбайном «Wintersteiger Classic». Для анализа структуры урожая семян определяли количество соцветий на побеге, количества бобов в кисти и массы 1000 семян.

Биохимическая оценка проводилась в лаборатории биохимии «АНЦ «Донской». Определение сухого вещества проводили расчетно-весовым методом, сырого протеина (белка) – методом Кьельдаля ГОСТ Р 53951-2010, сырой золы – методом мокрого озоления, сырой клетчатки – по методике Генниберга и Штомана ГОСТ 31675-2012, сырого жира – по количеству обезжиренного остатка методом С.В. Рушковского с применением аппарата Сокслета и на установке ЭЖ – 101.

Для статистической обработки результатов использовали дисперсионный и корреляционный анализ. Обработку результатов проводили с помощью специальных компьютерных программ (Statistica 10.0 и другие).

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЛЮЦЕРНЫ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ И СВОЙСТВАМ

3.1 Признаки вегетативных органов образцов люцерны

Изучение коллекционных образцов люцерны показало существенную вариабельность урожайности зеленой надземной массы в пределах 1,0-6,0 кг/м², которая определялась, с одной стороны, генетическими особенностями, а с другой – погодными условиями. Гистограмма показывает, почти половина образцов люцерны (48,2 %) формировала среднюю урожайность зеленой массы 3,0-4,0 кг/м² (рисунок 1).

В процессе проведенных исследований нами были выделены лучшие по

урожайности зеленой массы образцы люцерны.

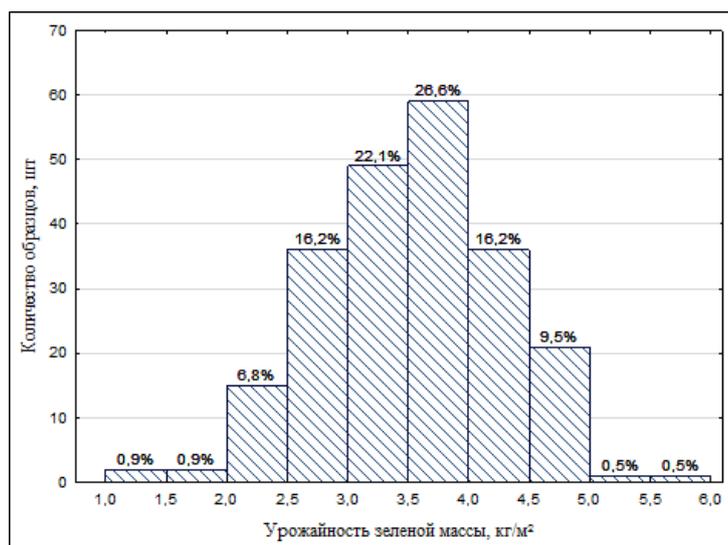


Рисунок 1 – Особенности распределения сортообразцов коллекции люцерны по урожайности зеленой массы, 2019-2021 гг.

В таблице 1 представлено 12 образцов с урожайностью от 4,66 до 5,80 кг/м². Лучшим из них был образец Отбор 79, который превосходил стандарт Ростовская 90 на 1,80 кг/м². Также хорошая урожайность была у образцов: Г 8/13, Уралочка, Донская 5 и др.

Таблица 1 – Выделившиеся по урожайности зеленой массы образцы люцерны, 2019-2021 гг.

Образец	Урожайность зеленой массы, кг/м ²	Высота, см	Кустистость, шт./раст.	Количество междоузлий, шт./стеб.	Длина среднего междоузлия, см	Облиственность, %
Ростовская 90, St	4,00	92	12,7	9,2	6,5	40
Отбор 79	5,80	97	13,1	11,1	6,6	44
Г 8/13	5,32	93	8,0	8,6	5,3	42
Уралочка	4,97	101	5,7	8,3	5,9	42
Донская 5	4,96	101	10,7	10,3	5,8	39
Г 97/13	4,86	92	7,7	7,9	6,6	39
Г-5	4,85	96	8,0	8,1	6,4	44
Г-3	4,83	101	11,7	9,3	6,7	45
Г 73/13	4,83	98	8,4	9,8	6,0	44
Отбор 5	4,78	91	8,0	9,2	7,3	50
Скривери	4,74	76	21,4	10,0	5,4	42
Отбор 115	4,71	91	15,1	9,0	6,9	43
Г 4/13	4,66	98	6,6	8,6	6,1	37
НСР _{0,5}	0,75	7	3,8	1,1	0,9	4

Анализ зависимости урожайности образцов люцерны от высоты показал, что наибольшая урожайность (3,60 кг/м²) формируется у высокорослых форм с высотой 81-

105 см (рисунок 2). В селекции на продуктивность зеленой массы необходимо учитывать эти особенности и обратить внимание на высокорослые образцы.

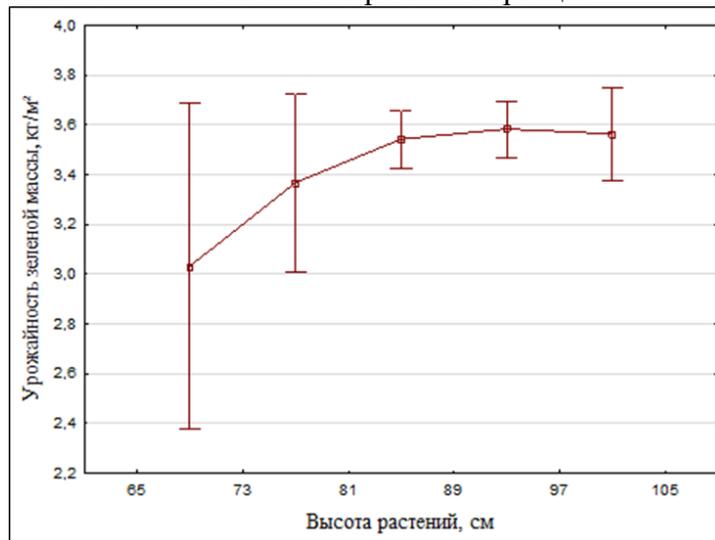


Рисунок 2 – Влияние высоты растений на урожайность образцов люцерны, 2019-2021 гг.

Наибольшая урожайность зеленой массы ($3,92 \text{ кг/м}^2$) формировалась у таких образцов, как Скривери, Влади, имеющих высокую кустистость – в пределах 20-22 шт. стеблей на растении.

Анализ данных показал (рисунок 3), что более урожайными были образцы в трех группах: малым числом междоузлий (6,5-7), средним (9,5-10) и большим (11-11,5 штук). Максимальная в среднем по группе урожайность зеленой массы $3,90\text{-}3,95 \text{ кг/м}^2$ формировалась у образцов с количеством междоузлий от 10,5 до 12,0 шт., таких как Отбор 79, Г 3/13, Г-8 и др.

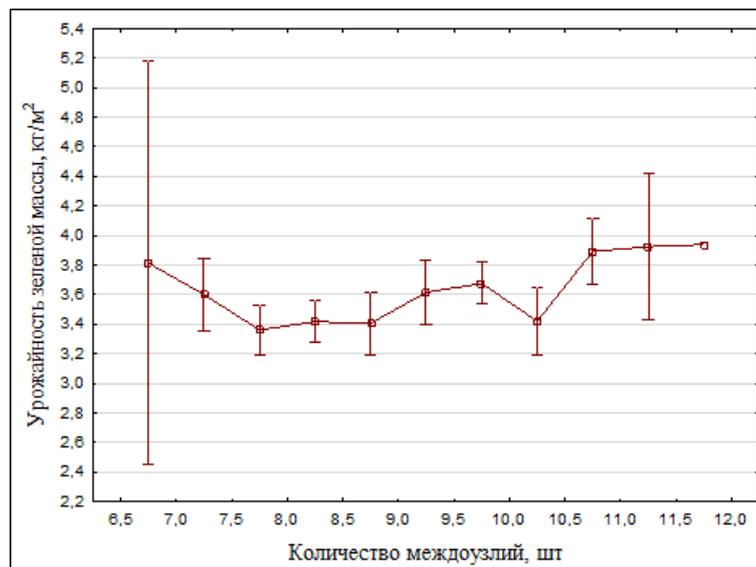


Рисунок 3 – Зависимость урожайности образцов люцерны от числа междоузлий, 2019-2021 гг.

Наибольшая урожайность ($3,97 \text{ кг/м}^2$) формировалась при оптимальных значениях длины среднего междоузлия в пределах от 8,0 до 8,5 см (рисунок 4).

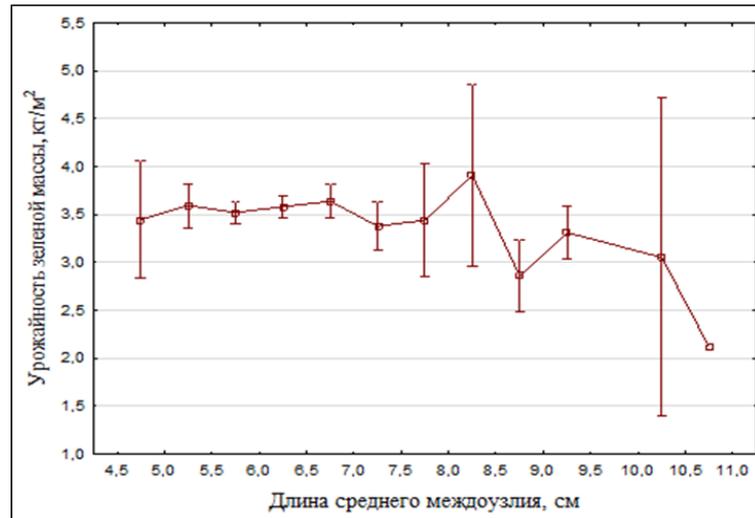


Рисунок 4 – Зависимость урожайности образцов люцерны от длины среднего междоузлия, 2019-2021 гг.

Листья являются важным компонентом ассимиляционного аппарата растений. Урожайность зеленой массы существенно зависит от того, насколько они развиты и как интенсивно работают. Главная функция листьев заключается в снабжении надземных и подземных частей растения органическими веществами, которые образуются при фотосинтезе, в частности, крахмал. Питательные вещества, формирующиеся в ходе фотосинтеза, накапливаются в зародыше и эндосперме семян. В листьях люцерны, относительно стеблей содержится больше белка, жира, витаминов и минеральных веществ. Поэтому листья имеют большое значение для формирования урожая и непосредственно влияют на качество кормовой продукции.

Наибольшая урожайность $3,7 \text{ кг/м}^2$ формировалась при оптимуме значений длины верхнего листа в классах от 2,4 до 2,8 см (рисунок 5). К ним относятся такие образцы, как Донская 5, Г 8/13, Г 40/13 и др.

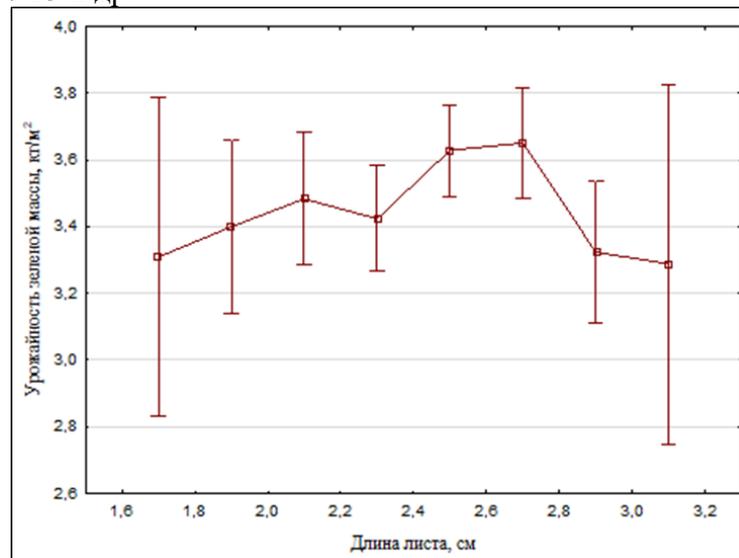


Рисунок 5 – Влияние на урожайность зеленой массы образцов люцерны длины верхней листовой пластинки, 2019-2021 гг.

Анализ данных показал (рисунок 6), что более урожайными по зеленой массе были образцы с листьями шириной 1,2-1,4 см. К ним относились линии Г 8/13, Син 1, Г 4/13, отбор 126, Вавиловская юбилейная и др.

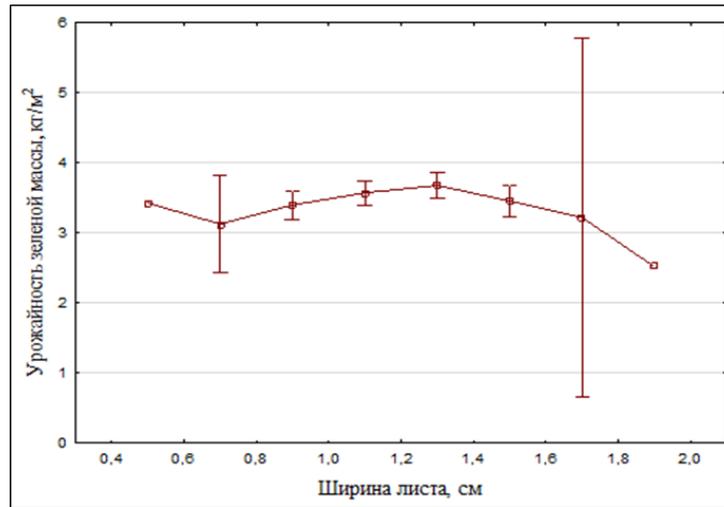


Рисунок 6 – Зависимость урожайности образцов люцерны от ширины листовой пластинки, 2019-2021 гг.

Наибольшая урожайность 3,91 кг/м² формировалась при оптимальных значениях облиственности в пределах 50-52%, (рисунок 7), в частности, как у образцов: Отбор 5, Сарга, Г 19/13 и др. Неплохая урожайность 3,77 кг/м² формировалась и при уровне облиственности 34-38 % у образцов: Г 4/13, Г 40/13, Донская2, Г-8, Маньчская улучшенная и др.

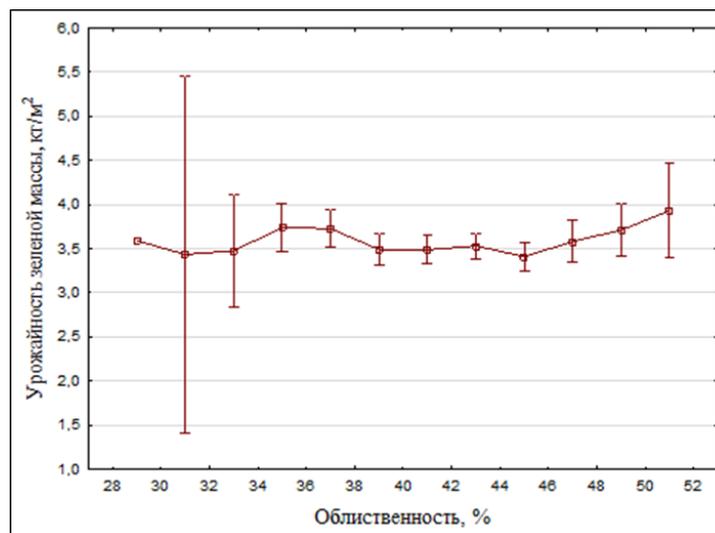


Рисунок 7 – Зависимость урожайности образцов люцерны от облиственности, 2019-2021 гг.

3.2 Признаки генеративных органов люцерны

Семенная продуктивность люцерны контролируется комплексом составляющих ее признаков, в частности, количеством кистей на побеге, бобов в соцветии, семян в бобе, массой семени. При сложном взаимодействии этих компонентов происходит формирование продуктивности семян на отдельных растениях и в популяции, которая определяет урожайность семян с 1 га.

У изученных нами образцов коллекции средняя урожайность семян колебалась в пределах 20-130 г/м² (рисунок 8). У стандартного сорта Ростовская 90 урожайность семян составила 57,5 г/м².

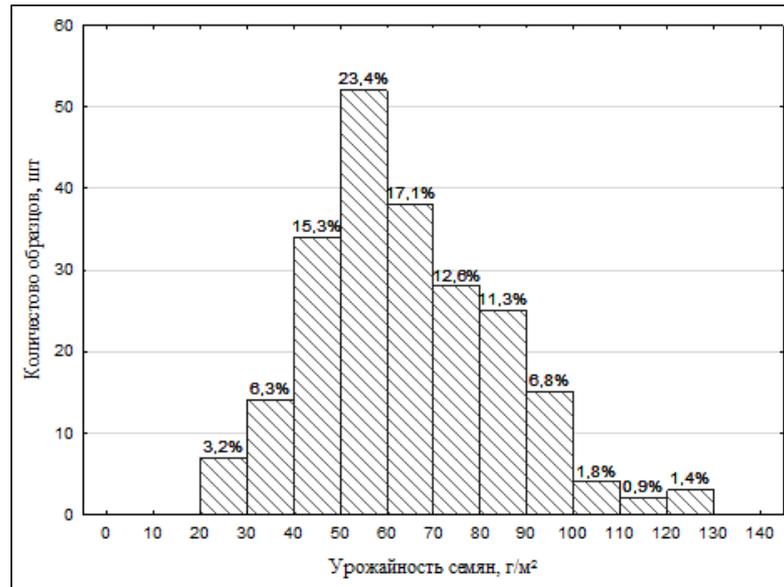


Рисунок 8 – Особенности распределения сортообразцов коллекции люцерны по урожайности семян, 2019-2021 гг.

По данному признаку выделилось 127 образцов. Более продуктивными были 12 образцов коллекции люцерны, которые достоверно превышали стандарт Ростовская 90 (таблице 2).

Таблица 2 – Выделившиеся образцы по урожайности семян, 2019-2021 гг.

Образец	Урожайность семян, г/м ²	Количество кистей на побеге	Количество бобов на 1 кисти	Количество оборотов на бобе	Количество семян в бобе
Ростовская 90, St	57,5	14,0	11,4	1,8	3,8
Заря	122,9	15,7	15,0	1,8	4,2
Polder	121,3	18,3	12,1	1,7	2,8
Vanguard	120,0	22,2	12,7	2,3	4,5
Находка (Айслю)	111,5	7,7	11,9	1,8	3,5
СГЛ 5/2004	108,5	13,5	11,8	2,1	3,4
Серафима	105,0	13,3	11,0	2,0	4,1
Чишминская 131	104,9	12,7	12,8	2,2	5,2
Отбор 32/2	99,9	14,5	10,8	1,4	3,6
Смуглянка	98,0	12,8	10,7	2,0	4,2
Г-7	97,0	11,2	12,7	2,4	3,9
Г 101/13	97,0	15,0	13,7	1,8	3,8
Hunterfield	96,8	12,3	12,1	2,3	4,0
НСР _{0,5}	20,2	4,4	2,2	0,4	0,7

Более урожайными были образцы: Заря, Polder, Vanguard, Находка и др.

Превышали стандарт по количеству бобов на кисти – образец Заря на 3,6 шт., по количеству кистей – Vanguard на 8,2 шт., количеству семян в бобе – Чишминская 131 на 1,4 шт.

Графический анализ влияния количества бобов на кисти на урожайность семян показал, что максимальная ее величина формируется в двух группах образцов: 1) 11-12 бобов на кисти – 69,4 г/м²; 2) 15-16 бобов на кисти – 70,9 г/м². Образцы с другими величинами количества бобов на кисти имели более низкую урожайность (рисунок 9).

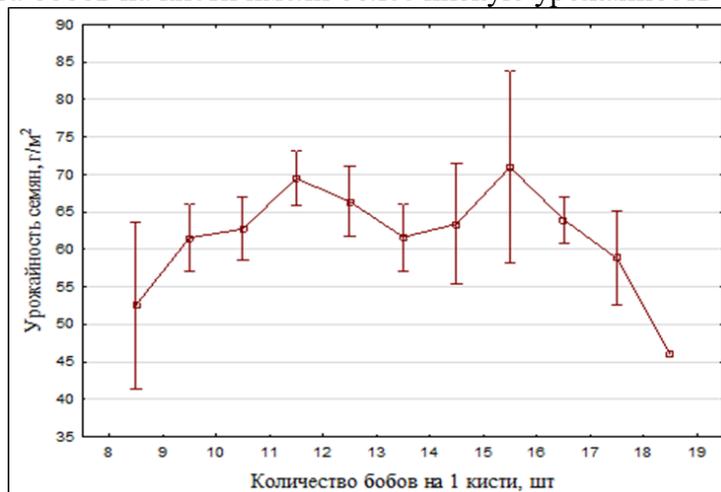


Рисунок 9 – Зависимость урожайности образцов люцерны от количества бобов на кисти, 2019-2021 гг.

Наибольшая урожайность 70,9 г/м² формировалась при оптимальных значениях количества кистей на побеге в пределах 18-20 штук (рисунок 10). Это такие образцы, как Polder, Arisa, Лиска. Максимальное значение этого признака (28 штук) отмечено у образца Отбор 34.

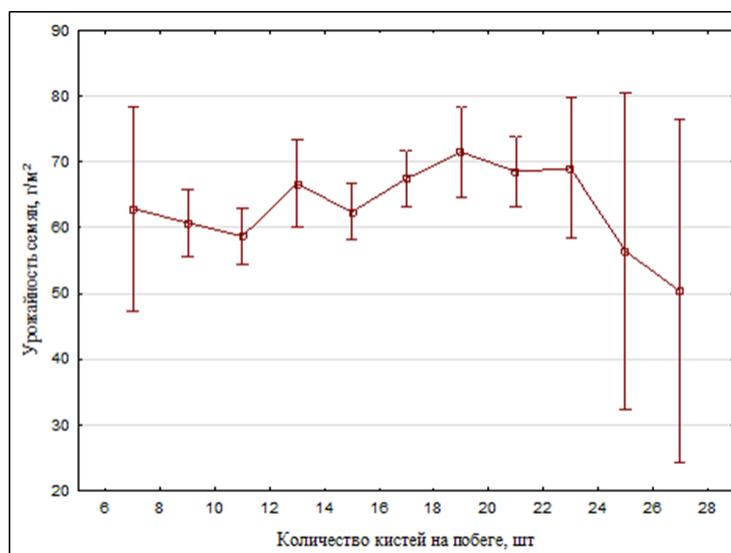


Рисунок 10 – Зависимость урожайности образцов люцерны от числа кистей на побеге, 2019-2021 гг.

Максимальная урожайность семян 77 г/м² формировалась при оптимальных значениях количества оборотов боба в пределах от 2,5 до 3,0 штук (2,3%) (рисунок 11). Такие величины признак отмечены у образцов Коммерческий, Palava.

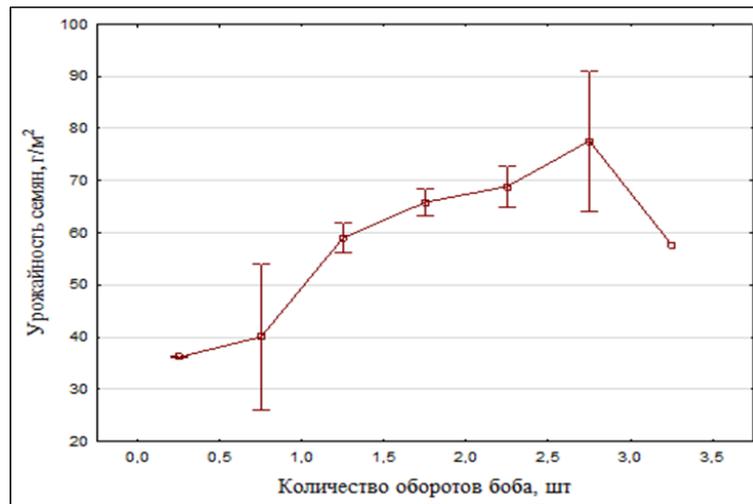


Рисунок 11 – Зависимость урожайности образцов люцерны от количества оборотов боба, 2019-2021 гг.

Наиболее высокая урожайность 70 г/м² формировалась при максимальном количестве семян в бобе в пределах 5,0 – 5,5 штук (Чишминская 131, Palava, Скривери, Д. 18613) (рисунок 12).

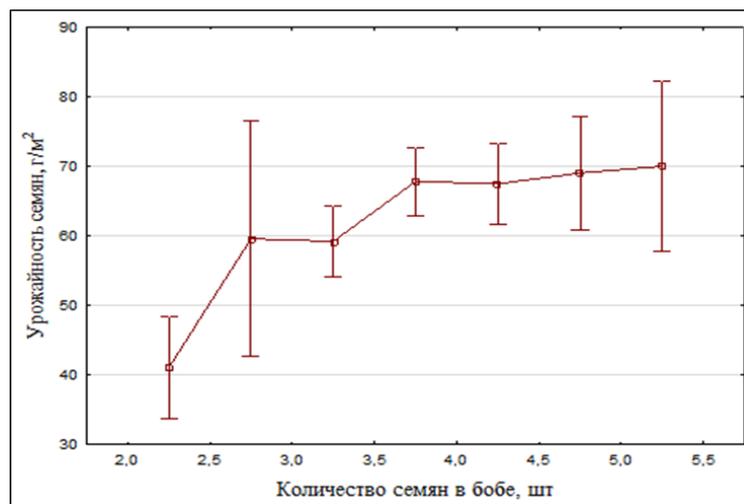


Рисунок 12 – Влияние количества семян в бобе на урожайность семян образцов люцерны, 2019-2021 гг.

Таким образом, проанализированные взаимосвязи дали возможность сделать заключение о том, что для получения максимальной урожайности семян нужно отбирать образцы с оптимальными величинами признаков которые на нее влияют: количества бобов на кисти 11-12 штук, число кистей на побеге 18-20 штук, количества оборотов боба 2,5-3,0 штук, количестве семян в бобе 5,0 -5,5 штук. Сорты с такими параметрами будут наиболее продуктивные.

3.3 Качество зеленой массы

Одним из важнейших показателей качества корма является содержание сырого белка. Для выведения интенсивных сортов люцерны, имеющих высокое содержание белка и других питательных веществ, в качестве родительских форм нужно брать в скрещивания более ценные сорта, лучшие образцы диких видов, имеющие высокие величины этих признаков.

Следовательно, для успешного отбора образцов люцерны для гибридизации необходима первоочередная оценка биохимических показателей растений коллекционного набора. Анализ биохимического состава коллекционных сортов и популяций люцерны указывает на различное содержание питательных веществ в растениях.

Комплексный анализ по показателям качества позволил выделить 12 образцов люцерны, превысивших стандарт Ростовская 90 (таблица 3).

Таблица 3 - Выделившиеся образцы по качественным показателям, % (2019-2021 гг.)

Образец	Сухое вещество	Белок	Жир	Зола	Клетчатка
Ростовская 90, St	26,7	18,2	2,6	9,4	34,3
Отбор 34	31,3	15,0	2,9	8,8	34,7
Д. 14813	29,8	17,5	2,5	11,6	36,5
Д. 4576	29,8	17,2	2,6	9,8	34,4
Saga	29,6	17,0	2,4	9,7	35,8
Г-2	29,4	19,8	2,9	10,9	33,8
Отбор 6	29,1	16,3	2,6	9,4	36,0
Отбор 2	28,9	16,4	2,7	9,9	35,8
Отбор 90	28,7	18,4	1,6	9,8	35,5
Отбор 9	28,5	17,9	2,7	9,8	35,3
Отбор 11	28,3	18,5	2,4	9,7	33,1
Скривери	28,2	18,0	2,3	9,2	36,1
Rhizoma	28,1	19,7	2,2	9,9	35,1
НСР _{0,5}	1,7	1,3	0,4	0,7	1,4

График средних величин с ошибками показывает, что максимальная урожайность зеленой массы образуется у тех сортообразцов, которые содержат от 22 до 30% сухого вещества (рисунок 13). При увеличении этих величин урожайность резко снижается. Максимальная урожайность формируется тогда, когда образцы по содержанию сухих веществ находятся в пределах 22-24%.

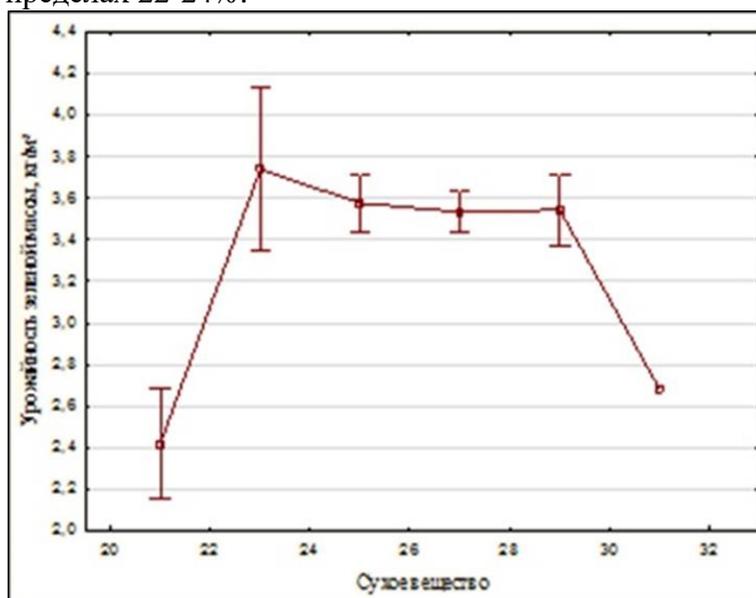


Рисунок 13 – Влияние содержания сухого вещества на урожайность зеленой массы у образцов люцерны, 2019-2021 гг.

Изучение зависимости урожайности зеленой массы от содержания в ней белка показало, что наибольшая величина урожайности формируется у высокобелковых образцов, содержащих в зеленой массе от 20 до 21% белка (рисунок 14).

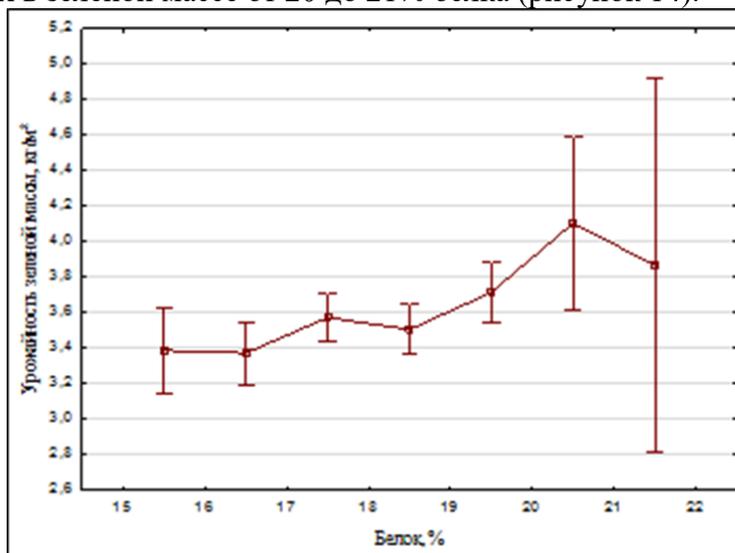


Рисунок 14 – Зависимость урожайности зеленой массы образцов люцерны от содержания белка, 2019-2021 гг.

Изучение взаимосвязи урожайности зеленой массы и клетчатки показало что, максимальные величины урожайности формируются при содержании клетчатки от 30 до 32% (рисунок 15). Дальнейшее увеличение клетчатки зеленой массы приводит к плавному снижению продуктивности.

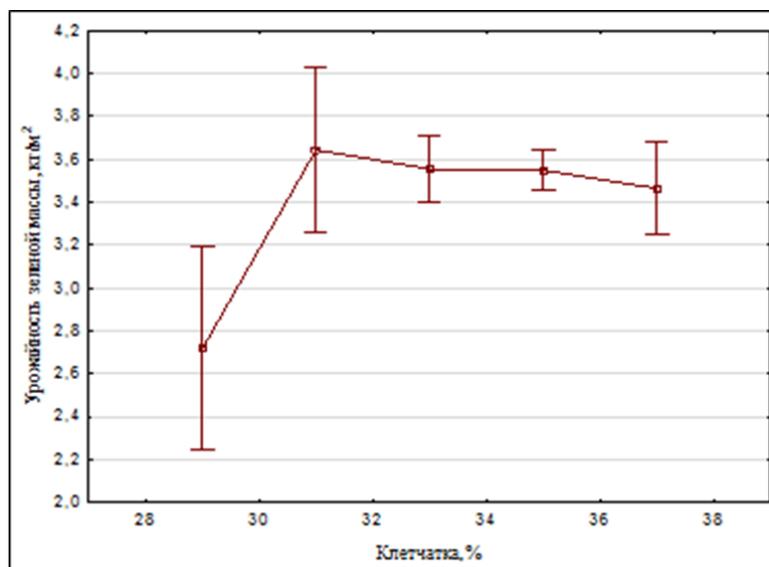


Рисунок 15 – Зависимость урожайности зеленой массы образцов люцерны от содержания клетчатки, 2019-2021 гг.

График показывает плавное увеличение урожайности с увеличением содержания жира в зеленой массе и достигает максимальных значений 3,8 г/м² при содержании жира 3,2-3,6% (рисунок 16).

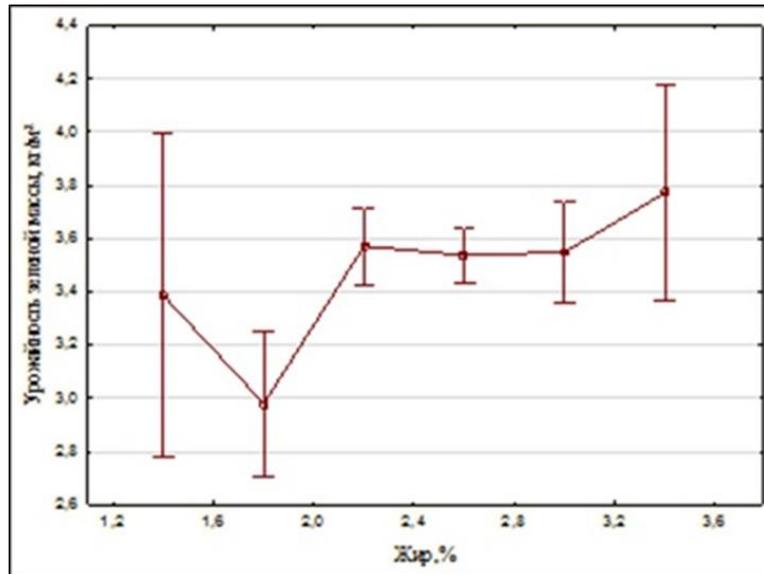


Рисунок 16 – Зависимость урожайности зеленой массы образцов люцерны от содержания жира, 2019-2021 годы

На графике видно (рисунок 17), что максимальная урожайность зеленой массы формировалась при наличии сочных стеблей с уменьшенным количеством золы. Наибольшая урожайность формируется при содержании золы 7-8%. Дальнейшее увеличение содержание золы в зеленой массе не приводит к увеличению урожайности зеленой массы, а остается стабильной 3,5 кг/м².

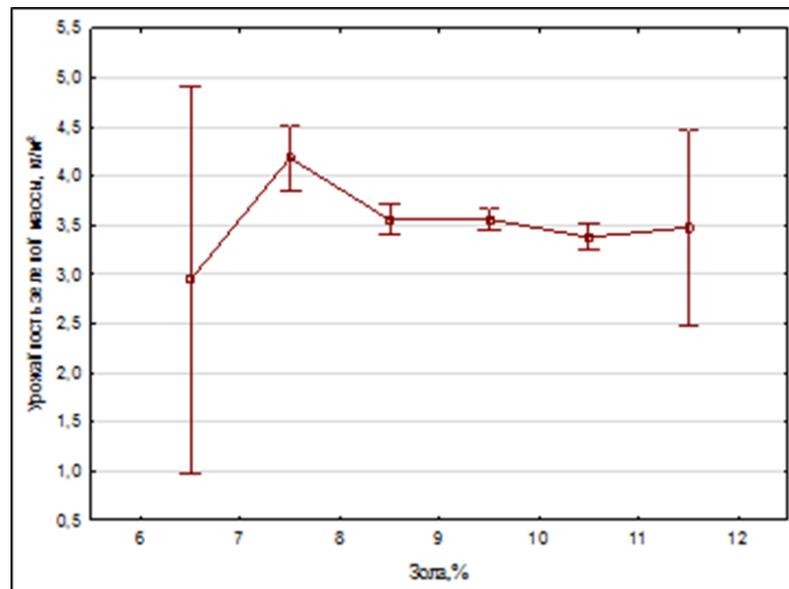


Рисунок 17 – Зависимость урожайности зеленой массы образцов люцерны от содержания золы, 2019-2021 гг.

3.4 Модель сорта и кластерный анализ

В процессе исследований был проведен кластерный анализ с использованием информации по урожайности зеленой массы и семян и связанных с ними 13 признаков 200 образцов люцерны и теоретического модельного сорта (С2), имеющего оптимальные значения, представленные в таблице, для того, чтобы подобрать более сходный с нашей моделью образец.

В результате изучения 200 образцов коллекции люцерны были проанализированы различные числовые значения. На основании анализа графиков с помощью программы Statistica 10 были определены данные расчетных параметров модельного сорта, которые были использованы для сравнения с данными других образцов в кластерном анализе (таблица 4).

Таблица 4 - Модель сорта люцерны в сравнении со стандартом

Признак	Единица измерения	Расчетные параметры модельного сорта С2	Ростовская 90, стандартный сорт
Урожайность зеленой массы	т/га	6,0	4,0
Урожайность семян	г/м ²	60,0	57,5
Высота	см	95,0	92,0
Кустистость	шт.	12,0	12,7
Количество междоузлий	шт.	11	9,2
Длина междоузлий	см	8,3	6,5
Длина листа	см	2,7	2,6
Ширина листа	см	1,3	1,2
Облиственность	%	50	40,0
Число кистей на побеге	шт.	19	14,0
Количество бобов на 1 кисти	шт.	15,5	11,4
Количество оборотов боба	шт.	2,8	1,8
Количество семян в бобе	шт.	5,3	3,8

Результаты кластерного анализа представлены на рисунке 18. Генотипы показали широкую вариабельность для изученных компонентов. Кластерный анализ сгруппировал генотипы люцерны во множество различных кластеров. Это свидетельствует о широком разнообразии изучаемых генотипов. Из средних значений кластеров следует, что образцы в кластерах, близких к нашей модели сорта (С2), заслуживают детального рассмотрения.

Из средних значений кластера ближе всего к нашей модели (С2) были образцы Отбор 94 (С10) и Отбор 97 (С22), которые должны в первую очередь непосредственно использоваться в качестве родительских форм в программах гибридизации для повышения урожайности образцов.

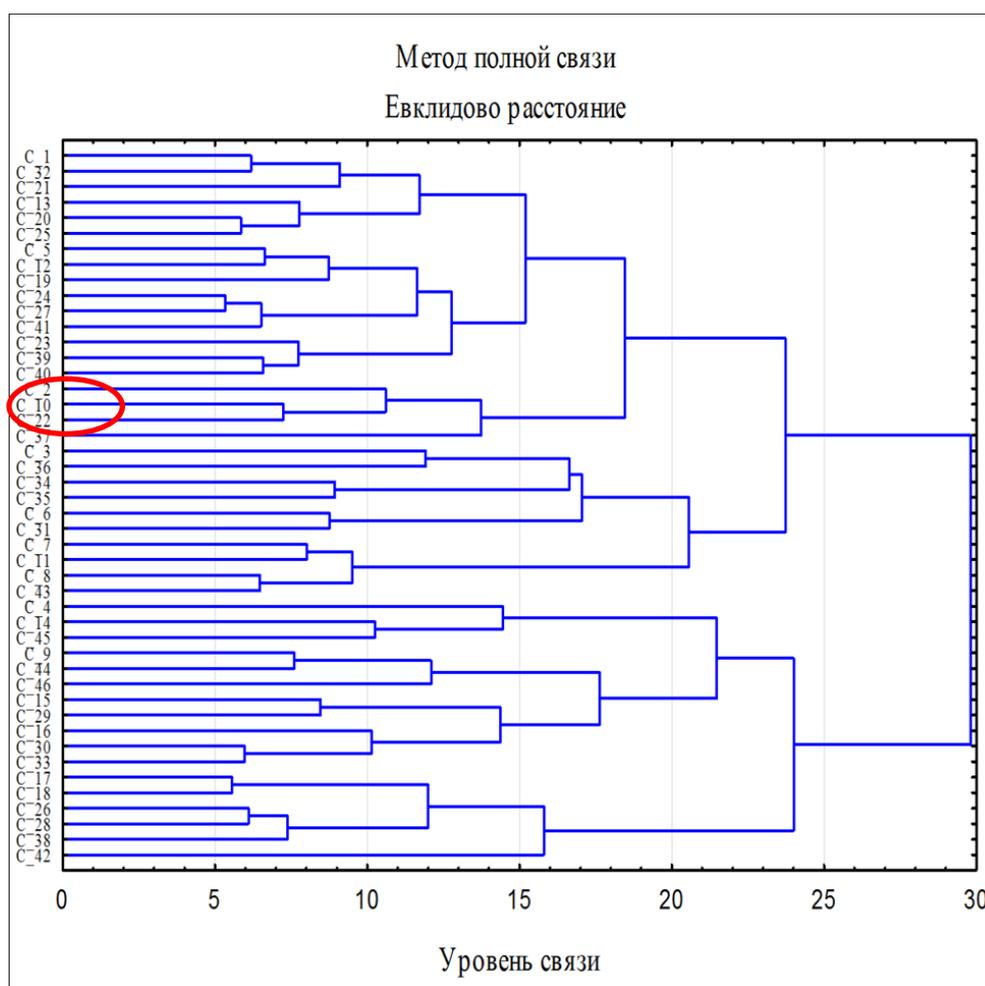


Рисунок 18 – Дендрограмма 1-го кластера образцов люцерны, 2019-2021 гг.

* Примечание: C1 – Ростовская 90, ст.; C32 – СГЛ 5/2000; C21 – Отбор 90; C13 – Отбор 140; C20 – Отбор 11; C25 – Отбор 142; C5 – Отбор 126; C12 – Отбор 123; C19 – Отбор 57; C24 – Отбор 48; C27 – Отбор 2; C41 – Rhizoma; C23 – Отбор 93; C39 – Синегибридная 1316; C40 – Ставропольская 430; **C2 – Модель; C10 – Отбор 94; C22 – Отбор 97;** C37 – Тибетская; C3 – Отбор 417; C36 – Камалинская 930; C34 – ПС 13; C35 – Казанская 36; C6 – Отбор 34; C3 – Отбор 417; C31 – Отбор 49; C7 – Отбор 115; C11 – Отбор 72; C8 – Отбор 62; C43 – Ташкентская 1; C4 – Отбор 79; C14 – Отбор 141; C45 – Roamer; C9 – Отбор 40; C44 – Palava; C46 – Кокше; C15 – Отбор 102; C29 – Отбор 9; C16 – Отбор 12; C30 – Отбор 68; C33 – ПС 6; C17 – Отбор 26; C18 – Отбор 18; C26 – Отбор 135; C28 – Отбор 6; C38 – Viking; C42 – Rambler.

Результаты анализа кластеров показаны в таблицах 8-10. По результатам анализа видно, что по урожайности зеленой массы выделился первый кластер 3,7 кг/м² (таблица 5). Варьирование признака составило 25,9%. Минимальная урожайность была в шестом кластере.

Максимальный выход сена был в первом кластере 24,3%. Низкий вы-ход сена был в четвертом кластере 11,6%.

Высокорослые растения находились в первой группе – 92,1 см. Самые низкие в пятой группе – 72,7 см. Кустистость варьировала от 11,5 до 13,9 шт. Максимальная кустистость была в пятом кластере – 13,9 шт. По количеству междоузлий максимальное значение было в пятом кластере – 10,0 шт., минимальное во втором – 8,9 шт.

Длина среднего междоузлия варьировала по кластерам от 6,1 до 6,6%. В четвертом кластере было максимальное значение группы 6,6% (таблица 6).

Таблица 5 – Средние значения показателей морфо-биологических признаков в кластерах образцов коллекции люцерны, 2019-2021 гг.

№ кластера	Урожайность зеленой массы, кг/м ²	Выход сена, %	Высота растений, см	Кустистость, шт./раст.	Количество междоузлий, шт./раст.
1	3,7±25,9%	24,3±11,7%	92,1±6,9%	11,5 ± 34,1 %	9,2±12,2%
2	3,5±19,6%	11,6±18,0%	85,5±7,4%	12,2 ± 31,1 %	8,9±11,4%
3	3,5±49,2%	12,1±18,1%	91,3±14,2%	12,0 ± 35,4 %	9,2±14,4%
4	3,2±22,9%	11,6±13,8%	91,0±6,4%	12,2 ± 35,2 %	9,1±13,5%
5	3,5±13,4%	12,8±16,0%	72,7±9,7%	13,9 ± 8,4 %	10,0±2,2%
6	3,3± 19,5%	12,0±10,6%	91,5± 5,4%	11,7±29,1%	8,7±11,1
Среднее	3,5	24,2	87,3	12,3	9,2
Сv, %	25,1	13,3	8,3	28,9	10,8

Таблица 6 – Средние значения величин морфо-биологических признаков в кластерах образцов коллекции люцерны, 2019-2021 гг.

№ кластера	Длина среднего междоузлия, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Облиственность, %
1	6,3±13,3%	2,5±8,8%	1,2±15,8%	43,6±9,6%
2	6,0±11,0%	2,4±11,7%	1,1±21,1%	42,3±9,2%
3	6,5±18,2%	2,5±38,2%	1,2±14,5%	42,4±14,3%
4	6,6±17,2%	2,4±10,3%	1,2±18,8%	41,9±11,0%
5	6,2±5,6%	2,1±10,7%	0,9±6,0%	44,0±3,9%
6	6,1±8,2%	2,4± 9,5%	1,1±17,3%	42,8± 7,0%
Среднее	6,3	2,4	1,1	42,8
Сv, %	12,3	14,9	15,6	9,2

Листья незначительно варьировали по кластерам от 2,1 до 2,5%. Самые длинные листья были в первой и третьей группе. Ширина листа колебалась от 0,9 до 1,2%. Максимальная ширина листа была в первой, третьей и четвертой группе. Наибольшая облиственность растений была в пятой группе – 44,0%, на втором месте была первая группа – 43,6%.

Было установлено, что по урожайности семян наибольшие величины показал шестой кластер, который сформировал 102,8 г/м² (таблица 7). При этом варьирование этого признака в группе было средним и коэффициент вариации составлял 20,0%. Самая низкоурожайная по семенам группа была в первом кластере, она формировала в среднем 54,6 г/м², при этом изменчивость была низкой. На втором месте был четвертый кластер.

По количеству бобов на одной кисти большинство кластеров имели близкие значения от 21,7 до 24,2%, за исключением первого кластера, который формировал в два раза меньше бобов на кисти – 12,2%. Максимальные значения были у третьего кластера – 25,3%.

По количеству кистей на побеге максимальные значения были в пятом кластере. Величина этого признака в среднем составила 18,8%, при низком варьировании 6,7%.

По количеству оборотов боба четвертый и шестой кластер имели максимально закрученные бобы – 2,0%, второй и пятый – минимальное – 1,7%.

По числу семян в бобе выделялся четвертый кластер – 4,3%. На втором месте были первый и шестой кластер со значениями 4,0%. Второй кластер имел минимальное значение 3,5%.

Таблица 7 – Средние значения показателей морфо-биологических признаков в кластерах образцов коллекции люцерны, 2019-2021 гг.

№ кластера	Урожайность семян, г/м ²	Количество бобов на 1 кисти, шт./раст.	Количество кистей на побеге, шт	Количество оборотов боба, шт./раст	Количество семян в бобе, шт./раст
1	54,6±7,2%	12,2±17,2%	15,6±30,8%	1,8±23,9%	4,0±17,2%
2	42,9±17,5%	24,6±14,2%	14,0±29,7%	1,7±28,4%	3,5±24,9%
3	69,8±23,0%	25,3±16,0%	15,1±30,0%	1,8±147,2%	3,8±58,5%
4	87,8±4,5%	24,5±13,6%	16,7±26,8%	2,0±16,0%	4,3±13,0%
5	71,5±3,6%	21,7±13,3%	18,8±6,7%	1,7±10,1%	3,7±4,9%
6	102,8±20,0%	24,7±10,9%	13,8±23,4%	2,0±15,7%	4,0±14,7
Среднее	71,6	12,1	15,7	1,8	3,9
Сv, %	12,6	15,6	24,6	40,2	22,2

4 ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО СОРТА ЛЮЦЕРНЫ СУДАРЫНЯ

Новый сорт люцерны Сударыня (селекционный номер Син 17/95) представляет собой сложно-гибридную популяцию, полученную в результате отбора и поликросса в сортах Манычская и Resis. Относится к люцерне изменчивой (*Medicago varia* Mart.), синегибридный сортотип. Растение высокорослое, с высотой 94-108 см. Куст полупрямостоячий. Форма розетки при отрастании полулежачая и полуразвалистая. Корневая система мощно развита, хорошо выражен главный корень

Таблица 8 - Характеристика сорта люцерны Сударыня по продуктивности зеленой массы, сена и семян в конкурсном сортоиспытании, 2015-2020 гг.

Сорт	Урожайность, т/га							средняя за 3 цикла	% к стандарту
	посев 2014		посев 2016		посев 2018				
	2015	2016	2017	2018	2019	2020			
зеленая масса									
Ростовская 90, ст.	28,8	30,1	27,4	30,3	30,2	28,4	29,2	100,0	
Сударыня	31,8	32,3	29,8	32,6	35,6	33,7	32,6	111,6	
НСР ₀₅	1,36	1,33	1,26	1,34	1,36	1,49	1,24		
сено									
Ростовская 90, ст.	8,5	8,7	7,9	8,7	8,6	7,7	8,4	100,0	
Сударыня	9,2	9,5	9,8	9,4	9,9	9,0	9,5	113,1	
НСР ₀₅	0,3	0,4	0,3	0,6	0,5	0,3	0,5		
семена									
Ростовская 90, ст.	0,20	0,22	0,23	0,19	0,20	0,20	0,21	100,0	
Сударыня	0,22	0,25	0,25	0,29	0,26	0,24	0,25	119,0	
НСР ₀₅	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03		

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Выращивание нового сорта люцерны экономически выгодно. Экономический эффект нового сорта за счет урожайности по сравнению с Ростовской 90 составил 18000 руб./га. Уровень рентабельности сорта Сударыня составил 124,05%, при цене реализации семян люцерны 450000 рублей за 1 тонну (1 репродукция). Эти данные свидетельствуют о высокой экономической целесообразности внедрения новых сортов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В ходе наших исследований проанализированы коллекционные образцы люцерны по комплексу количественных признаков и продуктивности вегетативных и генеративных органов. Урожайность зеленой массы образцов люцерны варьировала от 1,48-5,80 кг/м². Основное количество образцов было в классе от 3,0 до 4,0 кг/м². Выделилось 12 образцов с урожайностью от 4,66 до 5,80 кг/м²: Отбор 79, Г 8/13, Уралочка, Донская 5, Г 97/13, Г-5, Г-3, Г 73/13, Отбор 5, Скривери, Отбор 115, Г 4/13.

2. Выход сена варьировал от 12 до 38 %. Максимальный выход сена показали образцы Viking, Peak, Полтавская гибридная, Отбор 102, Отбор 90 и др. Наибольшая урожайность зеленой массы 4,48 кг/м² формировалась при оптимальном значении выхода сена в пределах 32-34%.

3. Высота растений люцерны в коллекционном питомнике варьировала от 60 см до 110 см. Наибольшая урожайность зеленой массы 3,60 кг/м² формируется у высокорослых форм с высотой 81-107 см: Pickstar, Saranac A.R., Sin 36/95, Отбор 1 и др.

4. Кустистость варьировала от 4 до 22 побегов на растении. Максимальная урожайность зеленой массы (3,92 кг/м²) формировалась у образцов, имеющих высокую кустистость – в пределах 20-22 шт: Скривери, Ариса, Влади.

5. Число междоузлий варьировало от 6,5 до 12,0 шт., а длина среднего междоузлия – от 4,5 до 11,0 см. Наибольшая урожайность зеленой массы 3,95 кг/м² формировалось у образцов с оптимальными значениями числа междоузлий от 10,5 до 12,0 шт.: Г-8, Отбор 417, Д. 4576 и др., и длины среднего междоузлия в пределах от 8,0 до 8,5 см.: СГП-256, Черноград 8, ПС 13 и др.

6. Длина листовой пластинки варьировала от 1,6 до 3,2 см, ширина – от 0,5 до 1,9 см. Наибольшая урожайность зеленой массы 3,70 кг/м² формировалась при оптимальных значениях длины листовой пластинки 2,4-2,8 см, у образцов: Донская 5, Г 8/13, Г 40/13 и др. и шириной листовой пластинки – 1,2-1,4 см: Sitel, Отбор 37/95, Г 50/13, Г 19/13.

7. Облиственность варьировала от 28 до 52 %. Больше всего образцов было со средней величиной этого признака (40-44 %). Наибольшая урожайность зеленой массы 3,91 кг/м² формировалась при оптимальных значениях 50-52%: Отбор 5, Сарга, Г 19/13.

8. Урожайность семян люцерны в среднем за три года варьировала от 26,3 до 122,9 г/м². Большая часть образцов показали урожайность семян от 50 до 70 г/м². При этом 7 образцов сформировали более 100 г/м²: Заря, Polder, Vanguard, Находка, СГЛ 5/2004, Серафима, Чишминская 131.

9. Количество кистей на побеге варьировало от 6 до 30 шт., бобов на кисти – от 8 до 19 шт. Наибольшая урожайность семян 70,9 г/м² формировалась при оптимальных значениях количества кистей на побеге в пределах 18-20 штук: как у образцов: Polder, Ариса, Лиска, бобов на кисти – 15-16 штук: Регина, Сирена, Зоряна., Камалинская 930.

10. Количество семян в бобе варьировало от 1,5 до 5,5 штук. Преобладали формы со средним количеством семян – 3,0-4,5 штуки на один боб. Высокая урожайность семян 70 г/м² формировалась при максимальном количестве семян в бобе в пределах 5,0–5,5 штук у таких образцов, как Чишминская 131, Palava, Скривери, Д.18613.

11. Содержание сырого протеина у коллекционных образцов люцерны варьировало от 15% до 22%. Основная масса образцов находилась в классах от 16 до 19 %.

Наибольшая урожайность формировалась у высокобелковых образцов, содержащих в зеленой массе от 20 до 21% белка: Алия, Карлыгаш, Г 118/13, СГЛ 4/2000 и др.

12. Содержание клетчатки у изучаемых образцов варьировало от 29 до 39 %. Основная масса образцов находилась в интервале 33–36%. Максимальная урожайность зеленой массы 3,61 кг/м² формируются при содержании клетчатки 30-32%: Сарга, СГЛ 4/2000, Г 101/13, Г 48/131 и др.

13. С помощью графического анализа найдены оптимальные величины каждого признака, которые позволили сформировать модель сорта, способную обеспечить максимальную продуктивность зеленой массы и семян.

14. С помощью кластерного анализа по комплексу признаков генотипы люцерны были распределены на шесть групп. По урожайности зеленой массы выделился первый кластер (3,7 кг/м²), к которому относятся сорта Ростовская 90, Сударыня и модель сорта. Наиболее близкими к модели С2 были образцы: С10 (Отбор 94) и С22 (Отбор 97). Эти образцы рекомендуется для дальнейшей селекционной работы.

15. В ходе научно-исследовательской работе был создан сорт люцерны Сударыня с урожайностью зеленой массы 32,6 т/га и урожайностью семян 0,25 т/га, который превышает стандарт Ростовская 90 на 3,4 т/га и 0,04 т/га, соответственно. Сорт передан на Государственное испытание в 2020 году.

16. Условный чистый доход от возделывания нового сорта люцерны Сударыня составляет 62289,1 руб./га, а у стандарта Ростовская 90 – 44289,1 руб./га. Экономическая эффективность – 18000 руб./га, рентабельность – 124,1%, на 35,9 % выше, чем у стандарта.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ

1. Рекомендуется использовать в селекционном процессе выделившиеся по урожайности зеленой массы образцы: Отбор 79, Г 8/13, Уралочка, Донская 5, Г 97/13, Г-5, Г-3, Г 73/13, Отбор 5. По урожайности семян образцы: Заря, Polder, Vanguard, Находка (Айслу), СГЛ 5/2004, Серафима, Чишминская 131, Отбор 32/2, Смуглянка, Г-7, Г 101/13, Hunterfield и др.

2. Рекомендуется использовать в селекционной работе сформированную модель сорта люцерны с оптимальными величинами признака, обеспечивающую максимальную урожайность зеленой массы и семян.

3. Рекомендуется провести широкое экологическое испытание нового сорта люцерны Сударыня, находящегося в Госсортоиспытании.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Игнатьев С.А., Результаты изучения морфо-биологических признаков образцов люцерны из Северной Америки / С.А. Игнатьев, Т.В. Грязева, А.А. Регидин, **К.Н. Горюнов** // *Зерновое хозяйство России*. – 2019. – №2 (62). – С.42-46. 46 DOI: 10.31367/2079-8725-2019-62-2-42-46.

2. Игнатьев С.А., Динамика изменения твердосемянности сортов люцерны в зависимости от сроков хранения семян / С.А. Игнатьев, Т.В. Грязева, А.А. Регидин, **К.Н. Горюнов** // *Зерновое хозяйство России*. – 2019. – №6 (66). – С.46-49. 49 DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-46-49

3. **Горюнов К.Н.**, Влияние ряда количественных признаков на урожайность семян образцов люцерны / К.Н. Горюнов // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – №5 (71). – С.52-58. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-53-58.

4. Игнатьев С.А., Основные итоги селекции и семеноводства многолетних трав на

Дону за 2010-2020 годы / С.А. Игнатъев, Т.В. Грязева, А.А. Регидин, **К.Н. Горюнов** // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – №6 (72). – С. 26-31. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-26-31

5. Игнатъев С.А., Оценка параметров экологической адаптивности образцов люцерны по признакам «урожайность зеленой массы» и «содержание сырого протеина»/ С.А. Игнатъев, Н.С. Кравченко, А.А. Регидин, **К.Н. Горюнов** // *Зерновое хозяйство России*. – 2021. – №3 (75). – С. 35-41. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-75-3-35-41.

Работы, опубликованные в других изданиях:

1. Игнатъев С.А., Каталог источников ценных хозяйственно-биологических признаков люцерны / С.А. Игнатъев, Т.В. Грязева, А.А. Регидин, **К.Н. Горюнов** // *Аграрный научный центр «Донской»*. – 2018. – С. 28

2. Игнатъев С.А., Руководство по проведению апробации многолетних трав в Ростовской области / С.А. Игнатъев, Т.В. Грязева, А.А. Регидин, **К.Н. Горюнов** // *Аграрный научный центр «Донской»*. – 2018. – С. 24

3. **Горюнов, К.Н.**, Зависимость урожайности семян коллекционных образцов люцерны от ряда морфологических признаков / К.Н. Горюнов, П.И. Костылев // *Активная честолубивая интеллектуальная молодежь сельскому хозяйству*. 2019 №1 (6). С. 65-69

4. Игнатъев С.А., Создание исходного материала для селекции люцерны на продуктивность зеленой массы и семян / С.А. Игнатъев, А.А. Регидин, **К.Н. Горюнов** // VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы // г. Санкт – Петербург. – 2019. – 1143 с.

5. Игнатъев С.А., Параметры экологической адаптивности сортообразцов люцерны по признаку «урожайность семян» в условиях ростовской области / С.А. Игнатъев, Н.С. Кравченко, А.А. Регидин, **К.Н. Горюнов** // *Аграрная наука*. – 2021. – №10 – С. 70-73. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-353-10-70-73.

Научное издание

Горюнов Кирилл Николаевич

**МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЮЦЕРНЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ
НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И СЕМЯН В
УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Подписано в печать _____. Формат 60 x 84 ¹/₁₆

Усл. печ. л. – 1,4. Уч.-изд. л. – 1,1.

Тираж 100 экз. Заказ № ____

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

