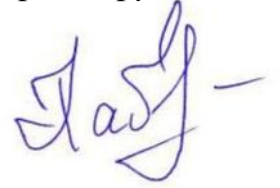


На правах рукописи



ХАБИБУЛЛИН КИРИЛЛ НАИЛЬЕВИЧ

**ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2024

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Аграрный научный центр «Донской» в 2017-2020 гг.

Научный руководитель доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
Костылев Павел Иванович

Официальные оппоненты: **Зеленцов Сергей Викторович**,
доктор сельскохозяйственных наук,
член - корреспондент РАН,
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК,
заведующий отделом сои

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

Ведущая организация Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Федеральный Ростовский аграрный
научный центр»

Защита диссертации состоится «15» мая 2024 г. в 13⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета: 35.2.019.05 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, 2 этаж, ауд. 209).

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> и Высшей аттестационной комиссии – <http://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «26» марта 2024 г.

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



А. В. Коваль

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В мире и Российской Федерации в частности, на протяжении последних нескольких лет, наблюдается устойчивая тенденция расширения посевных площадей под горохом посевным.

Это объясняется положительным действием этой зернобобовой культуры на процессы восстановления почвенного плодородия. Она имеет на корнях специализированные структуры – клубеньки, содержащие азотфиксирующие бактерии. Клубеньковые бактерии обладают высокой растворяющей способностью, они переводят труднорастворимые соединения фосфора в более усваиваемые формы. Поэтому их симбиоз с горохом способствует обогащению почвы не только азотом, но и фосфором. Благодаря этому горох считается одним из лучших предшественников для зерновых, в том числе для озимой пшеницы и ячменя.

Народнохозяйственное значение гороха обуславливает необходимость селекционного совершенствования данной культуры по комплексу биологических, агрономических, технологических показателей и создания сортов для Ростовской области с большей адаптивностью и технологичностью для стабилизации их урожайности и качества зерна в условиях зоны рискованного земледелия.

Цель исследований. Изучить коллекцию гороха с различными типами листа, выделить источники хозяйственно – ценных признаков и создать на их основе новый высокопродуктивный, технологичный, ценный по качеству зерна материал гороха для селекции в условиях Ростовской области.

Задачи исследований:

- изучить коллекционный материал гороха, провести оценку и выделить источники хозяйственно – ценных признаков для селекции новых сортов;
- определить варьирование основных хозяйственно ценных признаков у образцов гороха;
- определить урожайность зерна гороха и в ходе структурного анализа выявить корреляцию между различными признаками;
- определить гомеостатичность коллекционных образцов гороха;
- разработать оптимальную модель сорта для условий южной зоны Ростовской области;
- выделить перспективные линии для выведения сортов гороха и определить экономическую эффективность отобранных образцов.

Научная новизна исследований. Проведено изучение 100 образцов по комплексу хозяйственно важных признаков и свойств, выделены ценные генотипы для селекции гороха. Установлены корреляционные связи между морфо-биологическими признаками образцов коллекции, которые могут использоваться в селекционной работе при создании новых сортов гороха, адаптированных к условиям Ростовской области. Изучены и рассмотрены морфо-биологические признаки, определены их оптимальные величины, для

получения максимальной урожайности образцов коллекции гороха. Разработана модель сорта с оптимальными параметрами признаков для условий южной зоны Ростовской области. С помощью кластерного анализа предложены источники ценных признаков для создания усатых и неосыпающихся сортов гороха посевного.

Практическая значимость исследований. Выделены образцы, характеризующиеся ценными признаками (раннеспелость, крупносемянность, высокорослость, высокобелковость), отобраны образы, имеющие оптимальное соотношение массы 1000 семян и их числа семян на растении. Вовлечение в селекционный процесс выделившихся образцов позволит создать новые сорта гороха в ФГБНУ «АНЦ «Донской» и может использоваться в селекционных программах других научно-исследовательских учреждений.

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 материала гороха 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 гороха, сочетающие высокую урожайность семян и другие хозяйственно-ценные признаки.
- Новый сорт гороха Скиф с комплексом ценных хозяйственно-биологических признаков и свойств.
- Экономическая эффективность возделывания нового сорта гороха посевного Скиф.

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Исследования проведены в 2017-2020 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» (2018-2020 гг.). Они также докладывались на конференциях: Всероссийской научной конференции Научно-техническое обеспечение АПК Юга России (Зерноград, 2017 г.) (грамота), Международной научно-практической конференции «Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания с.-х. культур и переработки продукции растениеводства» (Персиановский, 2019 г.) (сертификат), Международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса» (Ставрополь, 2019 г.) (сертификат), VII съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ и ассоциированные симпозиумы (Санкт-Петербург, 18–22 июня 2019 года).

Основные результаты диссертации опубликованы в 13 научных статьях, в том числе 11 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и 1 статья, индексируемая в библиографических базах данных Scopus. Подана заявка в Госсорткомиссию по сортоиспытанию на сорт гороха посевного Скиф.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 156 страницах, включает 21 таблицу, 21 рисунок и 10 приложений. Состоит из введения, 5 глав, выводов и предложений к селекционной практике. Список литературы включает 180 наименований, в том числе 46 на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1 История, классификация вида, ботанические особенности, семенная продуктивность, биохимические компоненты, методы селекции, агротехнология (обзор литературы)

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

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

Исследования выполнялись в 2017-2020 гг. в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской». Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью в период вегетации, что позволило объективно оценить и изучить коллекционные образцы гороха. Вегетационный период гороха в 2017 году оказался благоприятным по погодно-климатическим условиям. Температурные условия и накопленные запасы влаги в почве были достаточны для проведения посева гороха. Метеоусловия апреля 2018 года характеризовались дефицитом влаги и повышенными температурами. Метеоусловия 2019 года характеризовалась теплой, влажной погодой в марте и мае, с небольшим недобором осадков в апреле и мае. Погодно-климатические условия 2020 года характеризовалась теплой погодой в марте и прохладной в апреле и мае, сухой с отсутствием осадком в марте, значительным недобором осадков в апреле.

Посев был осуществлен в однократной повторности, систематическим способом. Учетная площадь делянок – 5 м². Учетная площадка – 0,25 м². Посев проводили рядовым способом с междурядьем 15 см, нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га. Делянки семирядковые. Посев осуществлялся с помощью сеялки ССФК – 7. Уборку проводили при достижении семян полной спелости селекционным комбайном «Wintersteiger Quantum». Учет урожая гороха проведен в фазе полной спелости зерна, структуру урожая изучали по методике Госкомиссии (1985). При анализе снопов определяли высоту растений, количество бобов на одно растение, количество семян в бобе, общую массу семян в пробе, массу 1000 семян. Определение массы 1000 семян, содержание белка в семенах проводили в лабораторных условиях.

Биохимическая оценка семян гороха проведена согласно Методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (методы химических анализов сортов и гибридов) (1985) с использованием прибора «Инфракрасный анализатор Spectra star 2200» в лаборатории биохимической оценки ФГБНУ «АНЦ «Донской».

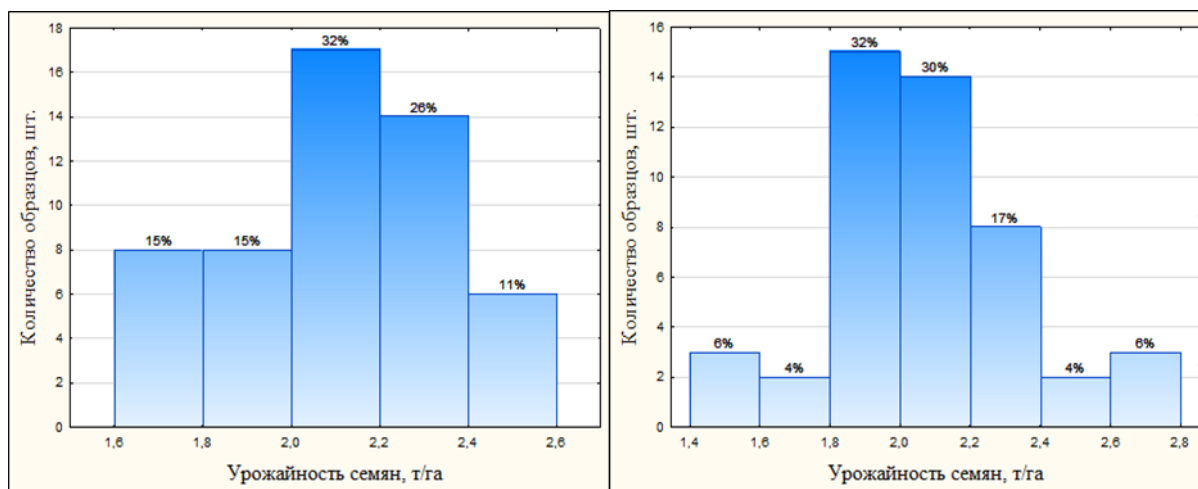
Для статистической обработки результатов использовали дисперсионный и корреляционный анализ. Обработку результатов проводили с помощью специальных компьютерных программ (Statistica 10.0 и другие).

Глава 3 Результаты изучения коллекционных образцов гороха по хозяйственно-биологическим признакам и свойствам

3.1 Урожайность коллекционных образцов гороха

Урожайность семян гороха является основным интегральным хозяйственным признаком. Урожайность стандартного сорта Аксайский усатый 5 составила 2,0 т/га (станд. откл. (S) = 0,27 т/га, Vc = 12,7 %). Анализ

урожайности образцов гороха в среднем за 4 года в усатой и листочковой группах представлен на рисунке 1.



а) усатые

б) листочковые

Рисунок 1 – Распределение коллекционных образцов гороха разных морфотипов по урожайности семян, т/га (2017-2020 гг.)

Урожайность семян в группе усатых образцов гороха в среднем составила 2,10 т/га и варьировала от 1,56 т/га (Д-21512, Россия) до 2,60 т/га (Девиз, Украина). Стандарт достоверно превысили образцы: (Казанец, Россия) – 2,28 т/га, (Аксацкий усатый, Россия) – 2,31 т/га, (Мутант МС-1Д, Россия) – 2,32 т/га, (Аз-97-775, Россия) – 2,36 т/га, (Модус, Украина) – 2,37 т/га, (Готик, Австрия) – 2,37 т/га, (ОР-2157, Россия) – 2,38 т/га, (Флагман 12, Россия) – 2,39 т/га, (Мутант штамбовый, Россия) – 2,39 т/га, (ОР-2154, Россия) – 2,41 т/га, (Рамус, Россия) – 2,45 т/га, (Светозар, Россия) – 2,52 т/га, (Лавр, Россия) – 2,55 т/га, (Коралл, Украина) – 2,56 т/га, (Девиз, Украина) – 2,61 т/га.

Урожайность семян в группе образцов гороха листочкового морфотипа в среднем составила 2,09 т/га и варьировала от 1,54 т/га (Аргон, Россия) до 2,77 т/га (Благодатный, Украина). Стандарт достоверно превысили образцы: (576/80, Украина) – 2,29 т/га, (Зерноградский 4, Россия) – 2,34 т/га, (К-7769, Украина) – 2,35 т/га, (Аннушка, Россия) – 2,35 т/га, (324/76 Ф.у., Россия) – 2,39 т/га, (Л-26120, Россия) – 2,40 т/га, (ОМК-3, Россия) – 2,46 т/га, (221/73, Украина) – 2,55 т/га, (269/79, Украина) – 2,67 т/га, (525/80, Украина) – 2,68 т/га, (Благодатный, Украина) – 2,77 т/га.

3.2. Корреляционные взаимосвязи хозяйственно-ценных признаков двух морфотипов листа

В нашем исследовании мы рассчитали парные коэффициенты корреляции разных морфотипов листа для следующих характеристик: урожайность семян, вегетационный период, высота растения; количество бобов

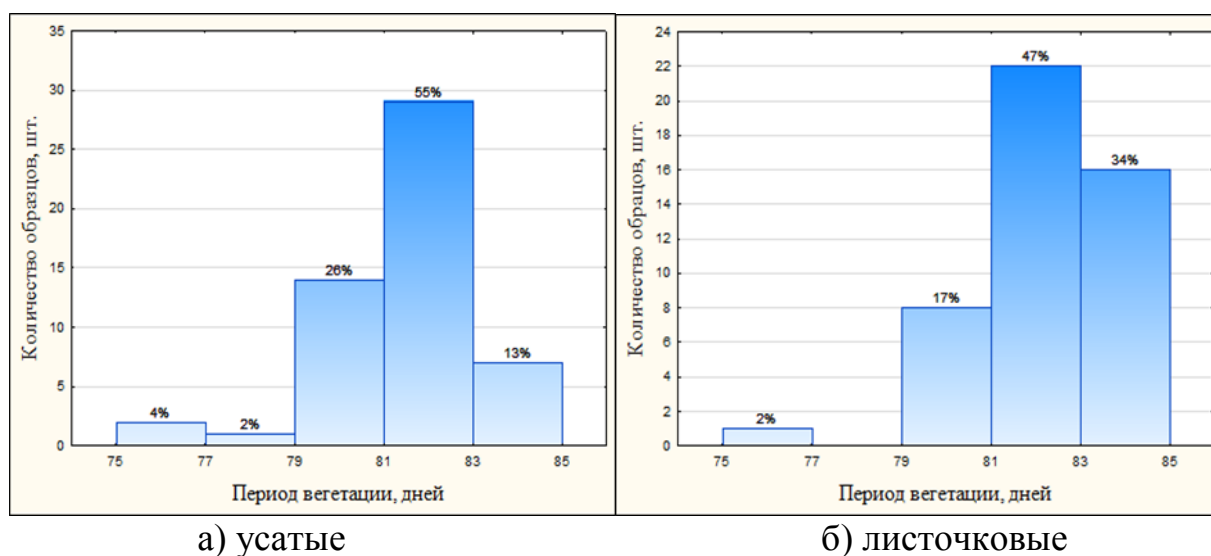
на растении; количество семян на растении; масса семян на растение, масса 1000 семян и содержание белка.

Урожайность семян образцов усатого типа листа коррелировала с высотой растений ($0,46 \pm 0,12$), с периодом вегетации ($0,14 \pm 0,14$), количеством семян на растении ($0,14 \pm 0,14$), массой семян на растении ($0,32 \pm 0,13$), массой 1000 семян ($0,41 \pm 0,13$), содержанием белка в семенах ($0,06 \pm 0,14$). Высота растений коррелировала с периодом вегетации ($0,26 \pm 0,13$), количеством семян на растении ($0,24 \pm 0,13$), массой семян с растения ($0,24 \pm 0,14$). Период вегетации коррелировал с количеством бобов на растении ($0,19 \pm 0,14$), массой семян с растения ($0,11 \pm 0,13$), массой 1000 семян ($0,19 \pm 0,14$). Количество бобов на растении коррелировало с количеством семян на растении ($0,67 \pm 0,13$), массой семян с растения ($0,67 \pm 0,10$), содержанием белка в семенах ($0,18 \pm 0,18$). Количество семян на растении коррелировало с массой семян с растения ($0,76 \pm 0,11$), массой 1000 семян ($-0,27 \pm 0,13$). Масса семян с растения коррелировала с массой 1000 семян ($0,33 \pm 0,12$), содержанием белка в семенах ($0,16 \pm 0,14$). Масса 1000 семян коррелировала с содержанием белка в семенах ($0,13 \pm 0,14$).

Также были рассчитаны парные коэффициенты корреляции для образцов листочкового морфотипа листа.

3.3. Вегетационный период гороха

Продолжительность вегетации гороха – один из основных и наиболее важных признаков, определяющих возможность возделывания сорта в определенных агроклиматических условиях и в получении высоких урожаев. Распределение данного признака у различных морфотипов показаны на рисунке 2.



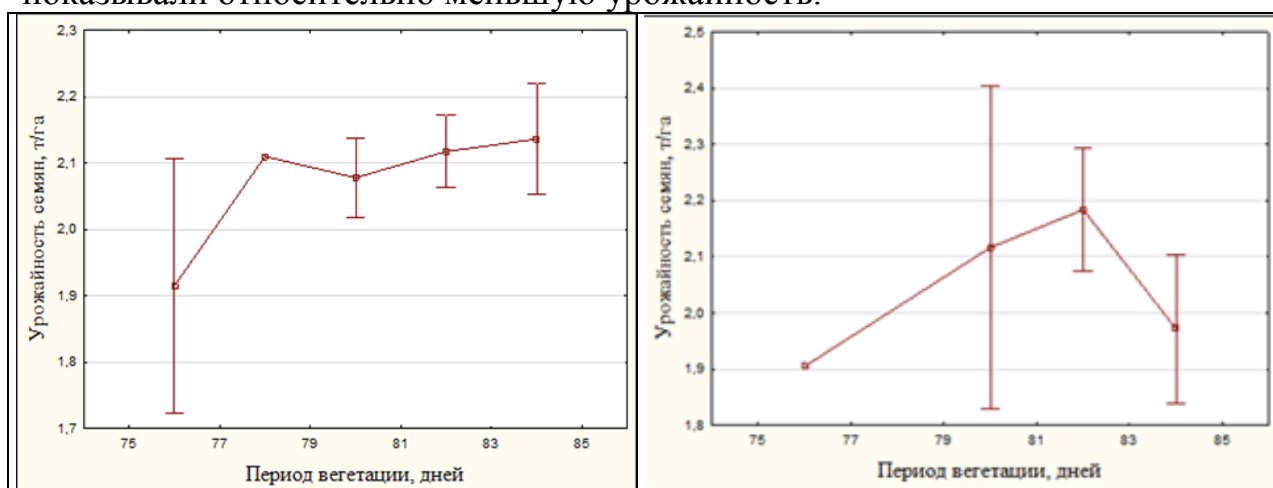
а) усатые
б) листочковые
Рисунок 2 – Распределение коллекционных образцов разных морфотипов гороха по длине вегетационного периода, шт. (2017-2020 гг.)

У образцов коллекции усатого морфотипа продолжительность вегетационного периода в среднем составила 81,5 дня ($S = 1,88$ дней, $V_c = 2,3$ %), варьирование составило от 74,8 дней (Спартак, Россия) до 85,0 дней (Комбайновый 1, Украина). Наибольшую часть коллекции (55 %) представляли образцы, имеющие вегетационный период 81-83 дня. Наименьший вегетационный период (75-77 дней) представляло 4 % образцов.

В группе образцов листочкового морфотипа продолжительность вегетационного периода в среднем составила 82,3 дня ($S = 1,59$ дней, $V_c = 1,90$ %), варьирование составило от 77,3 дней (6995x7014, Россия) до 85 дней (Neve, Франция). Наибольшую часть коллекции (47 %) представляли образцы, имеющие вегетационный период 81-83 дня. Наименьший вегетационный период (75-77 дней) представляло 2 % образцов.

Анализ данных, представленных на рисунке 3, показывает, что влияние вегетационного периода на урожайность семян по группам образцов усатого и листочкового морфотипов было различным.

У образцов усатого морфотипа наиболее урожайными были образцы с вегетационным периодом 83-85 дней. Более раннеспелые образцы показывали относительно меньшую урожайность.



а) усатые

б) листочковые

Рисунок 3 – Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от продолжительности периода вегетации, (2017-2020 гг.)

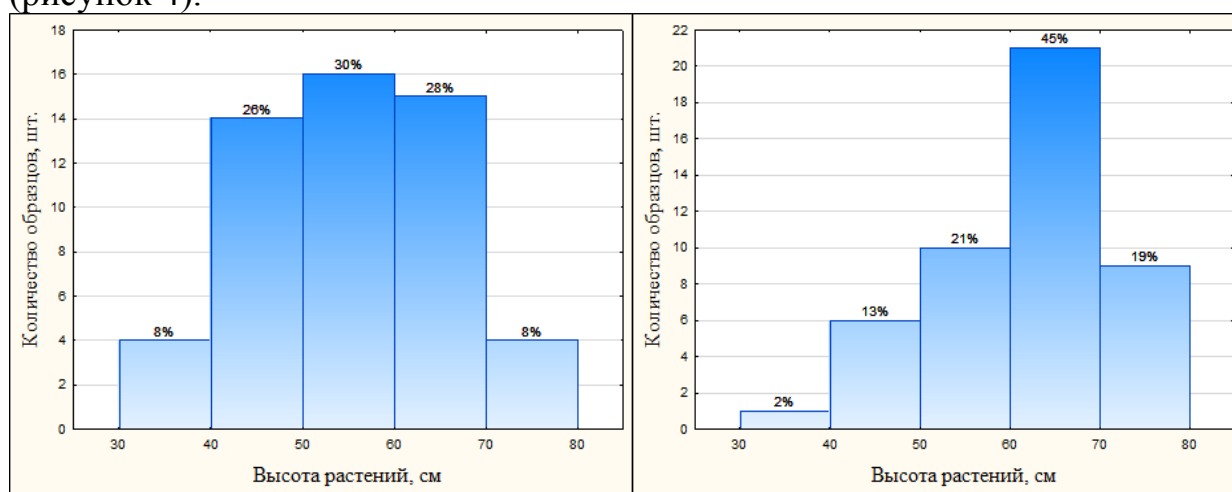
В группе листочкового морфотипа наиболее урожайными были образцы с периодом вегетации 81-83 дня. При увеличении вегетационного периода происходило снижение урожайности, за счет нехватки влаги в связи с повышенной транспирацией влаги у позднеспелых образцов. В связи с этим, были отобраны образцы с оптимальными значениями вегетационного периода для максимальной урожайности семян.

3.4. Высота растений коллекционных образцов гороха

Высота растений является важной морфологической характеристикой в селекционной практике, поскольку она тесно связана с устойчивостью к полеганию и продуктивностью растений.

По международному классификатору СЭВ рода *Pisum L.* высота растений в коллекции гороха распределялась следующим образом: карликовые формы (менее 30 см); полукарликовые (31-60 см); среднерослые (61-100 см).

В группе образцов листочкового морфотипа листа было больше среднерослых образцов (64 %), чем у образцов усатого морфотипа (36 %) (рисунок 4).



а) усатые

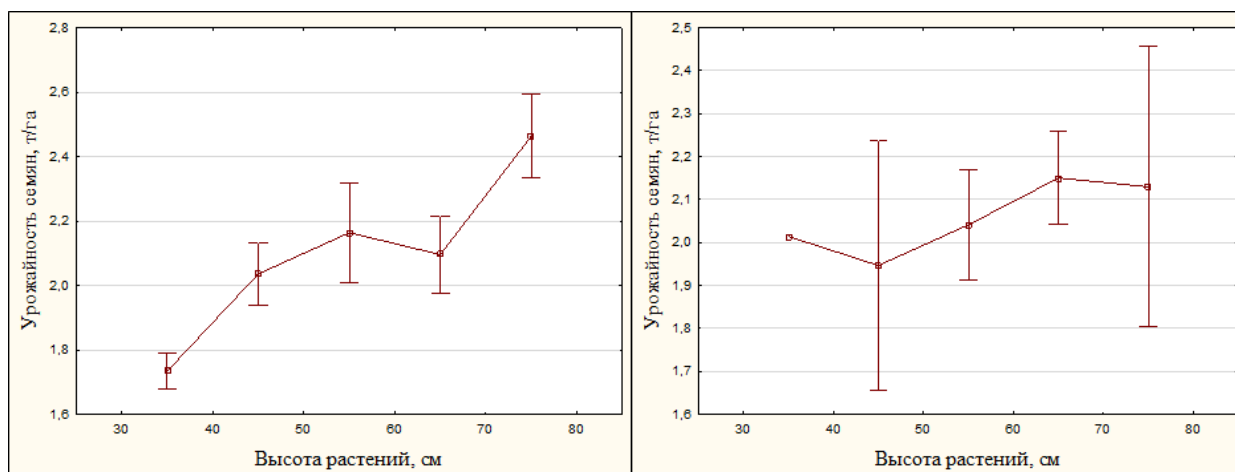
б) листочковые

Рисунок 4 – Распределение коллекционных образцов гороха разных морфотипов по высоте растений, шт. (2017-2020 гг.)

В зависимости от сорта и условий выращивания высота растений коллекционных образцов усатого морфотипа варьировала от 29,9 см (Л-27287, Россия) до 80,0 см (Светозар, Россия). Высота растений в среднем по коллекции была 55,9 см ($S = 11,5$ см, $V_s = 19,9$ %). Из-за полегаемости высокорослых форм, приводящей к потере урожая, современная селекция направлена на уменьшение длины стебля. Большая часть коллекции относилась к полукарликовым растениям (31-60 см).

В группе листочкового морфотипа листа высота растений варьировала от 36,0 см (Flavanda, Нидерланды) до 79,9 см (Аннушка, Россия). Высота в среднем была 62,3 см ($S = 9,99$ см, $V_s = 16,0$ %). Большая часть образцов листочкового морфотипа имела высоту растений от 60-70 см (45 %).

Зависимости урожайности от высоты растений по группам морфотипов представлены на рисунке 5.



а) усатые

б) листочковые

Рисунок 5 – Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха разных морфотипов от высоты растений, (2017-2020 гг.)

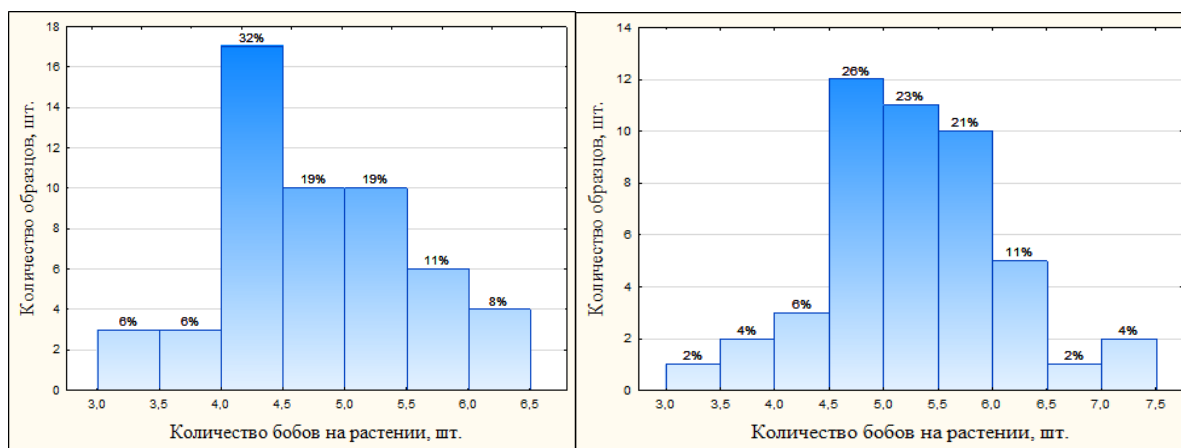
Анализ данных показывает, что у образцов усатого морфотипа максимальной урожайностью обладали среднерослые образцы, имеющие высоту растений 70-80 см. Это позволяет считать, что при создании высокопродуктивных с усатым типом листа сортов нужно отбирать растения гороха с высотой в пределах от 70 до 80 см, потому что у таких образцов формируется наибольшая урожайность. Это модельный параметр.

У образцов листочкового морфотипа, наибольшая урожайность семян формировалась при высоте растений от 60-70 см. Такую высоту растений для создания листочковых сортов можно считать модельной.

При анализе групп усатого и листочкового морфотипов мы отобрали образцы, имеющие модельные значения высоты растений по отношению к наибольшей урожайности семян гороха.

3.5. Элементы семенной продуктивности растений гороха

Количество бобов на растении образцов усатого морфотипа листа в среднем составило 4,7 шт./раст., варьирование составило от 3,0 шт./раст. (Казанец, Россия) до 6,5 шт./рас. (Демос, Россия) ($S = 0,79$ шт./раст., $V_s = 16,7\%$). Наибольшее количество образцов коллекции (32%) имели значения 4,0-4,5 шт./раст. (рисунок 6).



а) усатые

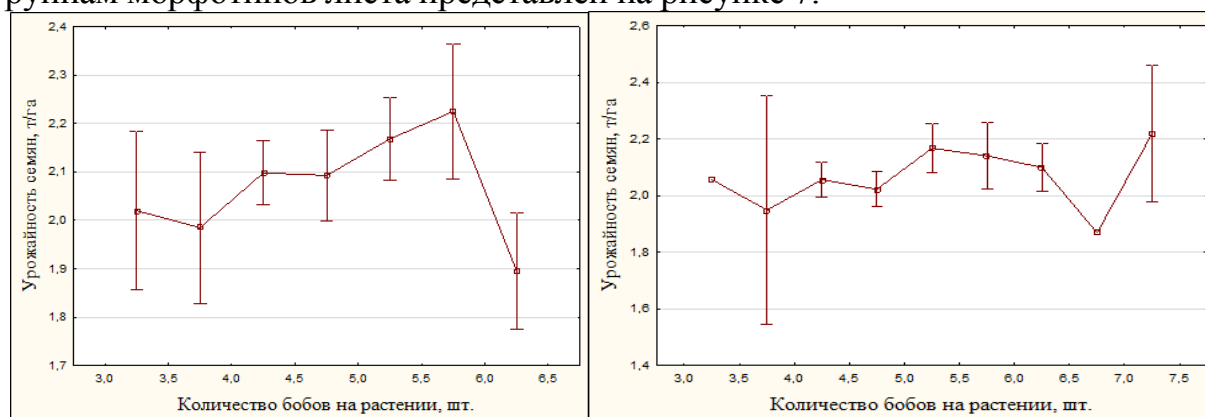
б) листочковые

Рисунок 6 – Распределение коллекционных образцов гороха разных морфотипов по количеству бобов на растении, шт. (2017-2020 гг.)

В группе листочкового морфотипа листа количество бобов на растении варьировало от 3,4 шт./раст. (Аргон, Россия) до 7,2 шт./раст. (ОМК-3, Россия). Количество бобов на растении в среднем было 5,3 шт./раст. ($S = 0,80$ шт./раст., $V_s = 15,2\%$). Большая часть образцов листочкового морфотипа листа имела 4,0-4,5 бобов на растении (26 %).

В группе листочковых образцов количество бобов на растении было больше, чем у образцов усатого морфотипа листа на 0,6 штук. Наибольшее количество образцов усатого морфотипа листа (32 %) имели 4,0-4,5 боба на растении (рис. 6). В листочковой группе 26 % имели значения 4,5-5,0 бобов на растении.

Анализ зависимости урожайности от количества бобов на растении по группам морфотипов листа представлен на рисунке 7.



а) усатые

б) листочковые

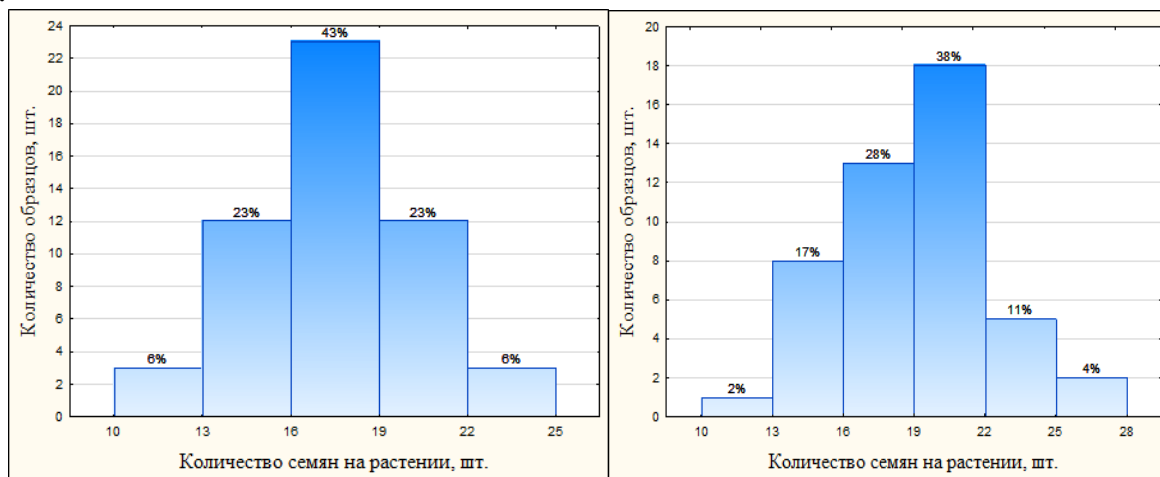
Рисунок 7 – Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха разных морфотипов от количества бобов на растении, (2017-2020 гг.)

У образцов усатого морфотипа наиболее урожайными были образцы, которые имели 5,5-6,0 бобов на растении. Эту величину можно принять как модельную. С увеличением данного показателя урожайность резко снижалась.

В группе листочкового морфотипа листа более урожайными были образцы с большим количеством бобов на растении, от 7,0 до 7,5 штук. В связи с этим, были отобраны образцы с оптимальными значениями количества бобов на растении по урожайности семян.

Обе группы морфотипов листа гороха имели высокую вариабельность признака по годам. В усатой группе образцов: 2017 год (26,8%), 2018 год (26,2 %), 2019 год (26,4 %), 2020 год (25,1 %). В листочковом морфотипе листа: 2017 год (24,8%), 2018 год (34,8 %), 2019 год (25,7 %), 2020 год (28,8 %). Это свидетельствует о неоднородности признака по годам, имея при этом наибольшие значения урожайности семян.

Свидетельством высокой семенной продуктивности растений гороха является признак «количество семян на растении». В наших исследованиях колебание данного признака у образцов усатого морфотипа листа составило от 11,7 шт./раст. (Казанец, Россия) до 22,8 шт./раст. (Ус-89-1770, Россия) при среднем по данной группе 17,6 шт./раст. ($S = 2,84$ шт./раст., $V_s = 16,1$ %). Наибольшая часть образцов (43 %) имела 16-19 семян на растении (рисунок 8).



а) усатые

б) листочковые

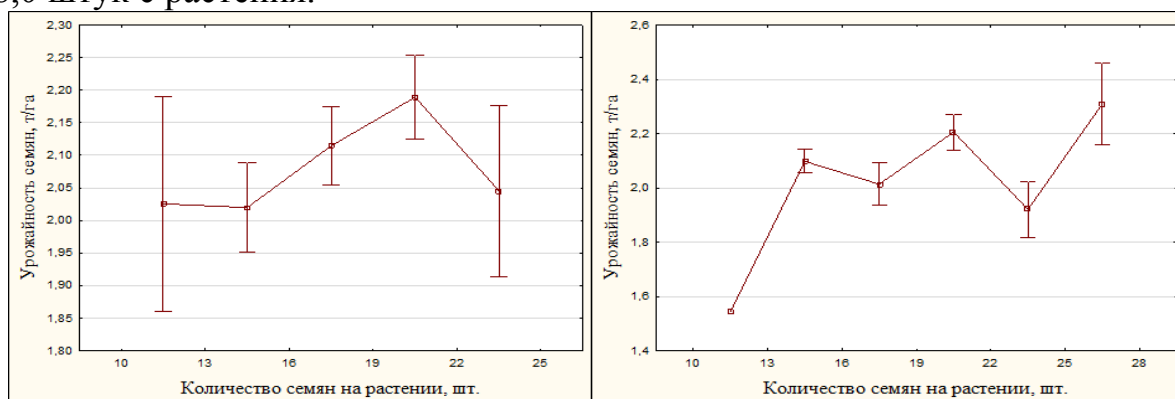
Рисунок 8 – Распределение коллекционных образцов гороха разных морфотипов по количеству семян на растении, шт. (2017-2020 гг.)

В группе листочкового морфотипа листа количество семян на растении варьировало от 11,1 шт./раст. (Аргон, Россия) до 27,4 шт./раст. (193/73, Украина). Количество семян на растении в среднем было 19,2 шт./раст. ($S = 3,36$ шт./раст., $V_s = 17,5$ %). Большая часть образцов листочкового морфотипа листа имела 19-22 штук семян на растении (38 %).

Сравнивая образцы двух морфотипов листа, можно сказать, что образцы листочкового морфотипа формировали в среднем большее количество семян на растении, чем усатые образцы на 1,6 штук семян на растении.

У образцов усатого морфотипа листа наиболее урожайными были образцы, которые имели 19,0-22,0 семян на растении (рисунок 9).

В группе листочкового морфотипа листа наиболее урожайными были образцы с большим количеством семян на растении. При этом максимальная урожайность семян формировалась при высоком количестве семян от 25,0 до 28,0 штук с растения.



а) усатые

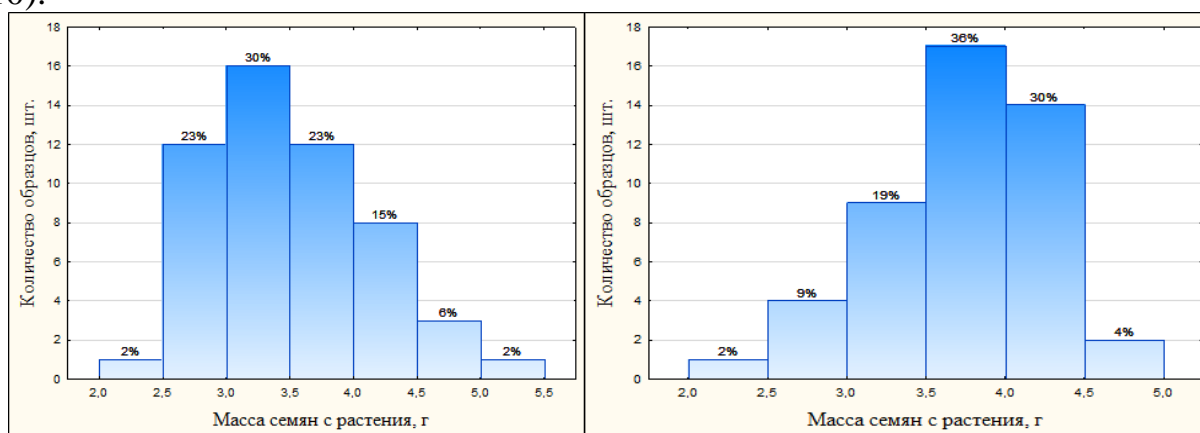
б) листочковые

Рисунок 9 – Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха разных морфотипов от количества семян на растении, (2017-2020 гг.)

В связи с этим мы отобрали образцы с оптимальными значениями количества семян на растении к урожайности.

Обе группы морфотипов листа гороха имели высокую вариабельность признака. В усатой группе образцов: 2017 год (25,4%), 2018 год (28,2 %), 2019 год (21,5 %), 2020 год (28,3 %). В листочковом морфотипе листа: 2017 год (27,3%), 2018 год (40,8 %), 2019 год (23,3 %), 2020 год (28,8 %). Это свидетельствует о неоднородности признака по годам, имея при этом максимальные значения урожайности семян.

Масса семян с одного растения в среднем по группе усатого морфотипа листа составила 3,49 г ($S = 0,64$ г, $V_s = 18,3$ %), варьируя от 2,44 г (Нја 51846, Финляндия) до 5,12 г (Демос, Россия). Наибольшее количество образцов коллекции (30 %) имели массу семян с растения 3,0–3,5 г (рисунок 10).



а) усатые

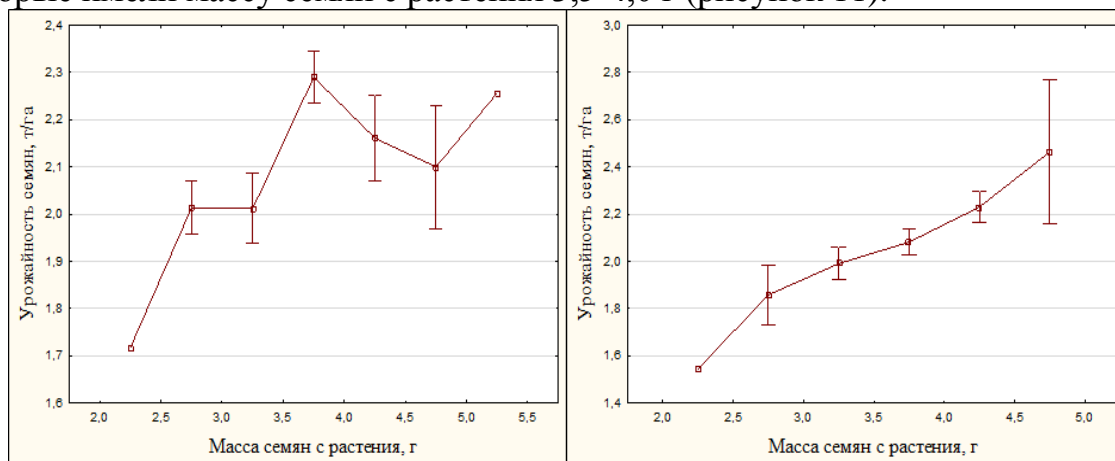
б) листочковые

Рисунок 10 – Распределение коллекционных образцов гороха разных морфотипов по массе семян с растения, г (2017-2020 гг.)

В группе листочкового морфотипа листа масса семян с растения варьировала от 2,09 г (Аргон, Россия) до 4,88 г (193/73, Украина). Масса семян с растения в среднем была 3,73 г ($S = 0,55$ г, $V_c = 14,7$ %). Большая часть образцов листочкового морфотипа листа имела массу семян с растения 3,5-4,0 г (36 %).

Большую массу семян с растения, в среднем, сформировали образцы листочкового морфотипа листа на 0,24 г.

В наших исследованиях коллекционных образцов оказалось, что у образцов усатого морфотипа листа наиболее урожайными были образцы, которые имели массу семян с растения 3,5-4,0 г (рисунок 11).



а) усатые

б) листочковые

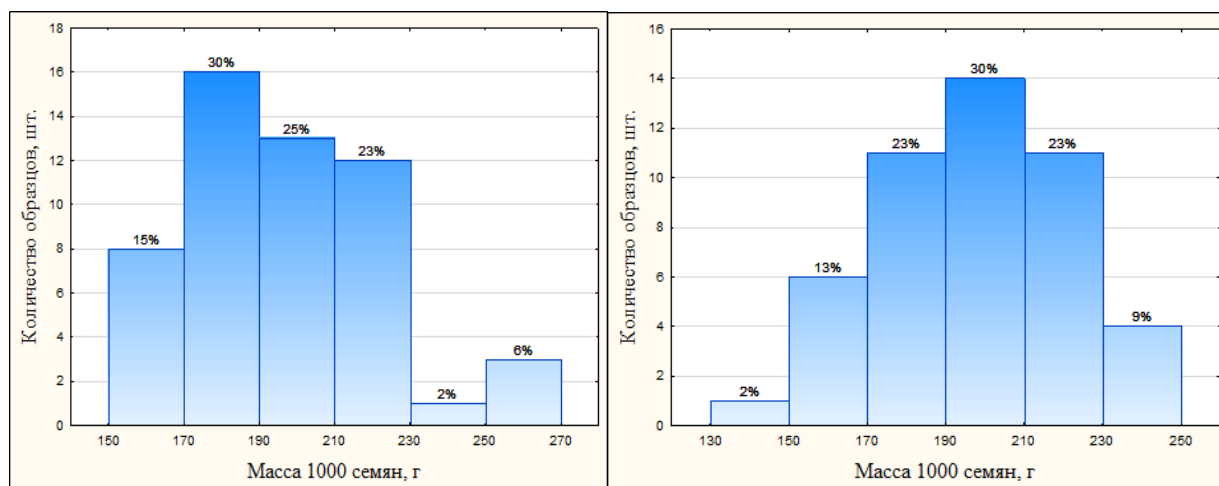
Рисунок 11 – Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха разных морфотипов от массы семян с растения, (2017-2020 гг.)

Эту величину можно принять как модельную. С увеличением данного показателя урожайность снижалась.

В группе листочкового морфотипа листа наиболее урожайными были образцы с большим количеством семян на растении. Максимальную урожайность семян формировали образцы с массой семян 4,5-5,0 г. Для селекционной работы были отобраны образцы с оптимальными значениями массы семян с растения по урожайности.

Масса 1000 семян является важным показателем продуктивности растения гороха.

Средняя величина этого признака по группе образцов усатого морфотипа была 196,8 г ($S = 24,6$ г, $V_c = 12,5$ %), а варьирование составило от 151,1 г (Омега, Молдова) до 252,7 г (Триумф, Россия). Наибольшая часть образцов усатого морфотипа листа (30 %) имела массу 1000 семян от 170 до 190 г (рисунок 12).



а) усатые

б) листочковые

Рисунок 12 – Распределение коллекционных образцов гороха разных морфотипов по массе 1000 семян, г (2017-2020 гг.)

В группе листочкового морфотипа листа масса 1000 семян варьировала от 131,1 г (DSS-455, Литва) до 246,5 г (Flavanda, Нидерланды). Масса 1000 семян в среднем была 195,4 г ($S = 25,2$ г, $V_c = 12,9$ %). Большая часть образцов листочкового морфотипа листа имела массу 1000 семян 190-210 г (30 %).

Масса 1000 зерен у усатых форм была несколько выше в среднем (на 1,4 г), чем у листочковых, но в пределах ошибки опыта. Согласно Международному классификатору СЭВ изучаемые образцы двух морфотипов листа классифицированы по группам: мелкие (51-150 г), средние (151-250 г) и крупные (более 250 г).

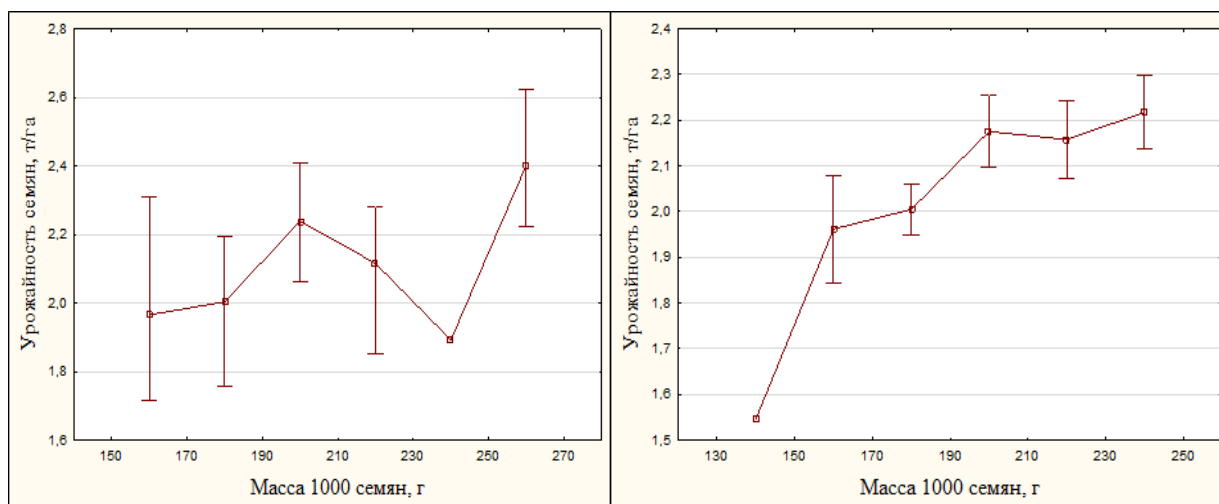
В усатой и листочковой группах образцов преобладали средние по крупности образцы. Однако у образцов усатого морфотипа листа были и крупнозерновые образцы, которые имели массу 1000 семян 250-270 г (6 %).

В группе образцов усатого морфотипа листа наиболее урожайными были крупнозерновые образцы, которые имели массу 1000 семян 250-270 г (рисунок 13).

В качестве параметра для модели сорта усатого морфотипа листа эту величину можно принять как модельную.

В группе листочкового морфотипа урожайность семян возрастала с увеличением крупности семян. Максимальную урожайность семян формировали образцы с массой 1000 семян 230-250 г.

В связи с этим мы отобрали образцы с оптимальными значениями массы 1000 семян по урожайности семян.



а) усатые

б) листочковые

Рисунок 13 – Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха разных морфотипов от массы 1000 семян, (2017-2020 гг.)

3.7. Параметры экспериментальных оптимальных моделей сортов гороха, адаптированных к условиям южной зоны Ростовской области

В процессе исследований коллекционного материала гороха посевного нами были проанализированы данные по 53 образцам усатого морфотипа листа и 47 образцам листочкового морфотипа листа. Они были обработаны с помощью программы Statistica 10, а также подобраны оптимальные параметры признаков модельного сорта, при которых формируется более высокая урожайность гороха.

С учетом разработанных и научно обоснованных оптимальных параметров по основным количественным признакам нами предложены модельные сорта гороха усатого и листочкового морфотипов листа.

У модельного сорта усатого морфотипа листа должны быть следующие величины признаков: урожайность семян – 2,80 т/га, высота растения – 75,0 см, количество бобов – 5,75 шт./раст., количество семян на растении – 12,5 шт./раст., масса семян с растения – 3,75 г, масса 1000 семян – 260 г, период вегетации – 84 дня, содержание белка – 24,25%.

У модельного сорта листочкового морфотипа листа должны быть следующие величины признаков: урожайность семян – 2,50 т/га, высота растения – 65,0 см, количество бобов – 7,25 шт./раст., количество семян на растении – 26,5 шт./раст., масса семян с растения – 4,75 г, масса 1000 семян – 240 г, период вегетации – 82 дня, содержание белка – 24,25%.

В ходе исследований был проведен кластерный анализ образцов усатого морфотипа листа по экономически ценным характеристикам, в котором используется мера сходства или расстояния между ними. Результатом такой кластеризации является построенное иерархическое дерево (рисунок 16). На этой диаграмме вертикальные оси представляют расстояние объединения.

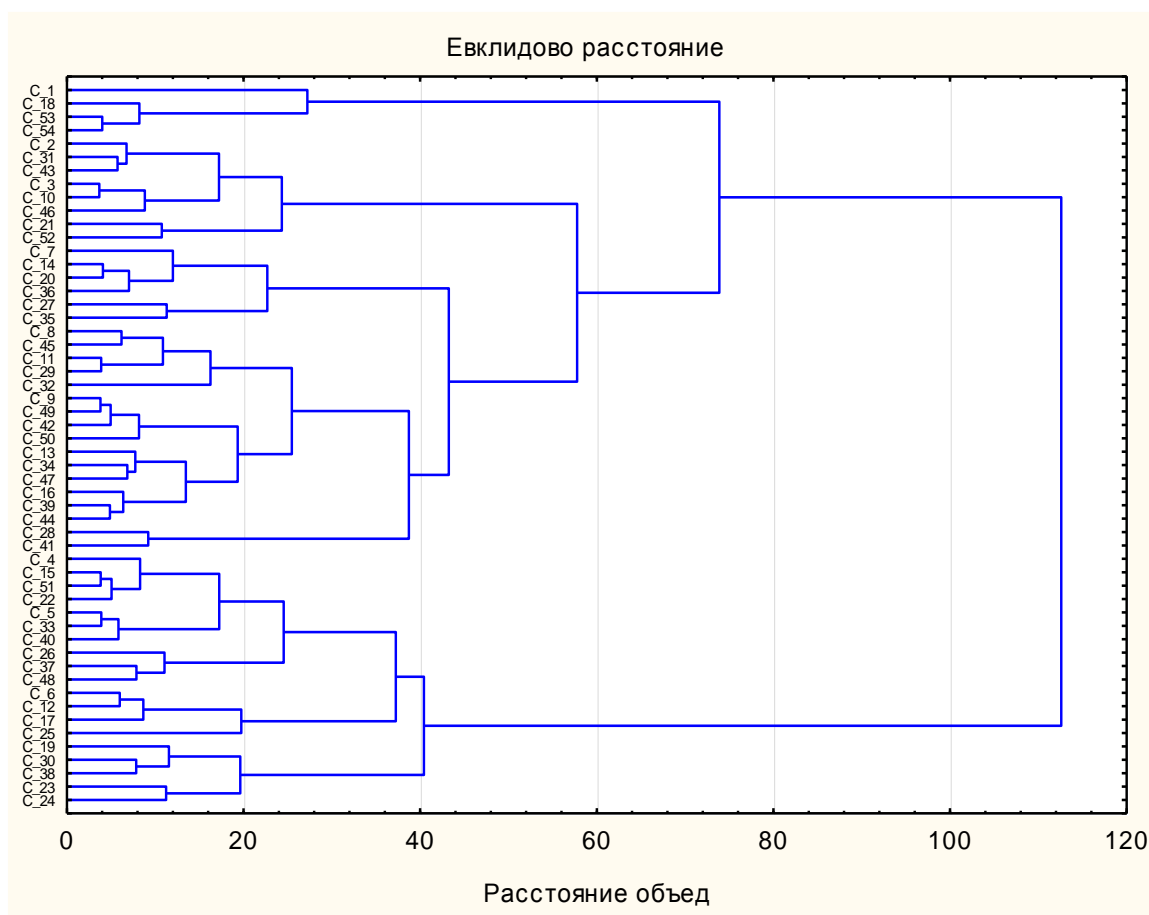


Рисунок 16 – Кластеризация коллекционных образцов гороха усатого морфотипа листа, 2017-2020 гг.

* Примечание: С1 – Модель сорта; С18 – Девиз (Украина); С53 – Триумф (Россия); С54 – Аз-97-775 (Россия).

Результаты анализа кластеров показаны в таблице 16. Анализ результатов показал, что по урожайности семян выделился первый кластер (2,42 т/га) (таблица 1). Варьирование признака составило от 1,95 до 2,42 т/га. К этому кластеру относится и модель сорта. Минимальная урожайность семян была в четвертом кластере – 1,95 т/га. Вариабельность признака «урожайность семян» менялась от 6,8% в первом кластере до 12,1% во втором кластере.

Самые высокорослые растения находились в третьем кластере – 62,8 см. Низкорослыми растениями были во втором кластере – 45,4 см, при среднем показателе по кластерам – 54,6 см. Продолжительность периода вегетации по кластерам варьировала от 80,9 дней в четвертом кластере до 83,1 дня в первом кластере, при среднем значении по кластерам – 81,7 дней. По количеству бобов на растении все кластеры имели близкие значения от 4,6 шт. до 5,3 шт. Максимальные значения были в первом кластере. По количеству семян на растении выделялся четвертый кластер – 18,4 шт. На втором месте был третий кластер со значением – 18,1 шт. Второй кластер имел минимальное значение – 15,0 шт. Коэффициент вариации по всем кластерам имел средние минимальные значения от 13,7% во втором кластере и до 22,5% в первом кластере, при общей средней вариации – 10,2%.

Таблица 1 – Средние значения морфо-биологических признаков в кластерах образцов коллекции гороха усатого морфотипа листа, 2017-2020 гг.

№ кластера	Урожайность семян, т/га	Высота растений, см	Период вегетации, дней	Количество бобов, шт.	Количество семян, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г
1	2,42±0,08	57,4±5,91	83,1±0,75	5,3±0,35	15,7±1,77	3,99±0,37	253,9±2,0
2	2,00±0,24	45,4±6,10	81,1±1,47	4,6±0,88	15,0±2,05	3,20±0,51	219,3±6,3
3	2,23±0,05	62,8±1,98	81,8±0,28	4,8±0,20	18,1±0,55	3,70±0,13	202,6±2,3
4	1,95±0,04	52,7±2,42	80,9±0,56	4,6±0,12	18,4±0,64	3,20±0,13	171,6±2,6
Среднее	2,14	54,6	81,7	4,8	16,8	3,5	211,8
Cv, %	10,5	13,5	1,2	6,6	10,2	10,4	16,2

По признаку «масса семян с растения» выделился первый кластер (3,99 г) с вариацией в кластере 18,3%. Минимальные значения имели второй и четвертый кластеры с вариацией в кластерах 15,6% и 17,2% соответственно. Все кластеры характеризовались как средне-продуктивные. У образцов первого кластера среди остальных групп наблюдались наибольшие значения массы 1000 семян (253,9 г) при низком коэффициенте вариации (1,6%). Образцы данного кластера можно считать крупными (более 250 г). Минимальные значения крупности семян были в четвертом кластере (171,6 г ± 6,7%). В этом кластере ближе всего к нашей модели (C1) были образцы Девиз (C18), Триумф (C53) и Аз-97-775 (C54), которые должны в первую очередь непосредственно использоваться в качестве родительских форм в гибридизации для повышения урожайности образцов.

Анализ данных образцов близких по морфо-биологическим характеристикам к модели сорта представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики близких к модели образцов гороха усатого морфотипа листа

Образец	Урожайность семян, т/га	Период вегетации, дней	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Содержание белка, %
C1 – Модель	2,8	84	3,75	260	24,25
C18 – Девиз	2,6	81,5	3,15	251,2	24,89
C53 – Триумф	2,23	84,8	4,16	252,7	26,34
C54 – Аз-97-775	2,36	82,3	4,89	251,9	26,78

Эти образцы по своим признакам были близки к модели сорта и формировали урожайность семян от 2,23 до 2,6 т/га, имели период вегетации 81,5-84,8 дней, массу семян с растения 3,15-4,89 г, по крупности семян 251,2-260,0 г и содержание белка 24,25-26,78%.

ГЛАВА 4 НОВЫЙ СОРТ ГОРОХА ПОСЕВНОГО СКИФ

На основании изучения конкурсного испытания была выделена и передана в 2021 году на изучение на Государственное сортоиспытание перспективная линия гороха посевного Г-1002 под названием Скиф.

Авторы сорта: Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В., Кравченко Н.С.

Сорт гороха Скиф (Г-1002) предназначен на продовольственные цели и зернофураж. Разновидность – *escadum*. Всходы зеленые, стебель – простой, зеленый, в период цветения толстый, полый, прочный. Длина стебля – 65-90 см.

Число междоузлий до первого соцветия – 10-12, общее количество – 13-15. Листья усатого морфотипа. Прилистники полусердцевидные, зеленые, без антоциана в пазухе листа. Соцветие – двуцветковая кисть. Цветки крупные, венчик - белый. Бобы прямые или слабоизогнутые, с тупой верхушкой, средние (длина – 5,5-6,5 см, ширина 0,8-1,1 см), содержит 4-7 семян.

Сорт Скиф – среднеранний, от всходов до хозяйственной спелости 81 дней, фазы цветения и созревания наступают на 2-3 дня раньше стандартного сорта Аксайский усатый 5. Биологическая урожайность – 5,0 т/га.

За годы изучения в конкурсном сортоиспытании ФГБНУ «АНЦ «Донской» (2019 – 2021) сорт Скиф формировал урожайность 2,10-3,81 т/га, в среднем выше стандарта на 0,23 т/га.

Сорт гороха посевного Скиф внесён в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2023 году.

ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРТА СКИФ И МОДЕЛЬНОГО СОРТА

Как следует из представленных расчетов, возделывание изучаемого сорта Скиф экономически эффективно, о чем свидетельствует положительная величина условно чистого дохода, который составил 15347 руб./га. Экономический эффект от внедрения в производство нового сорта составил 1026 руб./га. Уровень рентабельности (61,4 %) возделывания у сорта Скиф больше стандартного сорта Аксайский усатый 5 (57,7 %) на 3,7 %.

Также мы рассчитали экономическую эффективность для модельного сорта. Величина условно чистого дохода составил 16880 руб./га. Уровень рентабельности составил 67,2 %. Это свидетельствует о рентабельности возделывания испытываемого и модельного сорта в Ростовской области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлены диапазоны колебаний проявления основных количественных признаков коллекционных образцов гороха в зависимости от генотипа и погодных условий: продолжительность вегетационного периода – 69–85 дней; урожайность семян – 1,14–2,77 т/га; продуктивность одного растения – 1,93–5,12 г; количество бобов на растении – 2,78–6,43 шт.; масса 1000 семян – 126–269 г. Определены генотипы с максимальным и минимальным стабильным проявлением признака.

2. Выделены образцы – источники основных хозяйственно полезных признаков и свойств, которые могут быть использованы в селекции гороха:

- раннеспелости – (Спрут 2, Россия) – 69 дн., (Приазовский, Россия) – 74 дн., (Флагман 10, Россия) – 75 дн., (НС-01-68, Болгария) – 77,3 дн.;

- высокорослые образцы: (Легион, Украина) – 77,2 см, (ОР-2154, Россия) – 79 см, (Аннушка, Россия) – 83,2 см, (Светозар, Россия) – 83,8 см;

- короткостебельные образцы: (Л-27287, Россия) – 29,9 см, (Swons Аугога, Чехословакия) – 31,1 см, (Neve, Франция) – 31,4 см, (Consort, Великобритания) – 34,7 см.

- наибольшего числа семян с растения: (Аванс, Россия) – 23,5 шт./раст., (Черниговский, Украина) – 25,4 шт./раст., (ОМК-3, Россия) – 27,2 шт./раст., (193/73, Украина) – 27,4 шт./раст.;

- наибольшего числа бобов с растения: (Рассвет, Россия) – 6,1 шт./раст., (DSS-455, Литва) – 6,1 шт./раст., (ОМК – 3, Россия) – 10,3 шт./раст.;

- крупности семян: (Казанец, Россия) – 231,7 г, (Демос, Россия) – 233,6 г, (Триумф, Россия) – 239,7 г, (Девиз, Украина) – 240,4 г, (Аз-97-775, Россия) – 239,7 г, (Мультик (Россия) – 269,5 г;

- продуктивности: (Чишминский 80, Россия) – 4,81 г, (Татьяна, Россия) – 4,82 г, (193/73, Украина) – 4,88 г, (Аз-97-775, Россия) – 4,89 г, (Демос, Россия) – 5,12 г;

- урожайности семян: (Флагман 12, Россия) – 2,6 т/га, (Девиз, Украина) – 2,62 т/га, (R-4006, Польша) – 2,64 т/га, (269/79, Украина) – 2,67 т/га, (525/80, Украина) – 2,67 т/га, (Благодатный, Украина) – 2,77 т/га.

3. Были выявлены средние достоверные связи у образцов усатого морфотипа листа: между урожайностью семян и высотой растений (0,46), массой семян с растения (0,32), массой 1000 семян (0,41); между количеством бобов и количеством семян (0,67), массой семян с растения (0,67); между массой семян с растения и массой 1000 семян (0,33). Высокая положительная достоверная связь выявлена между массой семян с растения и количеством семян (0,76).

4. Были выявлены средние достоверные связи у образцов листочкового морфотипа листа: Средние положительные достоверные связи выявлены между урожайностью семян и массой семян с растения (0,53) и массой 1000 семян (0,41); между высотой растения и количеством бобов (0,34) и количеством семян (0,38); между количеством бобов и количеством

семян (0,70) и массой семян с растения (0,50); количеством семян и массой семян с растения (0,61).

5. С помощью графического анализа найдены оптимальные величины каждого признака, которые позволили сформировать модели сортов, способные обеспечить максимальную урожайность семян.

6. Определены оптимальные модельные величины признаков, при которых формируется максимальная урожайность семян в образцах усатого морфотипа листа: урожайность семян – 2,80 т/га, высота растения – 75,0 см, количество бобов – 5,75 шт./раст., количество семян на растении – 12,5 шт./раст., масса семян с растения – 3,75 г, масса 1000 семян – 260 г, период вегетации – 84 дня, содержание белка – 24,25%.

7. У модельного сорта листочкового морфотипа листа должны быть следующие величины признаков: урожайность семян – 2,50 т/га, высота растения – 65,0 см, количество бобов – 7,25 шт./раст., количество семян на растении – 26,5 шт./раст., масса семян с растения – 4,75 г, масса 1000 семян – 240 г, период вегетации – 82 дня, содержание белка – 24,25%.

8. С помощью кластерного анализа по комплексу признаков генотипы гороха усатого морфотипа листа были распределены на четыре кластера. Наиболее близкими к модели С1 были образцы: С18 – Девиз (Украина); С53 – Триумф (Россия); С54 – Аз-97-775 (Россия). Эти образцы рекомендуются для дальнейшей селекционной работы.

9. В результате кластеризации образцов листочкового морфотипа листа было выявлено три кластера и отдельный генотип DSS-455. Наиболее близкими к модели С1 были образцы: С10 – Л-26253 (Россия); С20 – 576/80 (Украина); С5 – Благодатный (Украина); С43 – 324/76 Ф.у. (Россия); С4 – Flavanda (Нидерланды). Данные образцы рекомендуются для дальнейшей селекционной работы.

10. Создан сорт гороха посевного Скиф, переданный на Государственное сортоиспытание в 2021 году. Сорт среднераннеспелый, от всходов до хозяйственной спелости 81 день, фазы цветения и созревания наступают на 2-4 дня раньше стандартного сорта Аксайский усатый 5.

11. Экономический эффект от внедрения в производство нового сорта составил 1026 руб./га. Уровень рентабельности (61,4 %) возделывания у сорта Скиф больше стандартного сорта Аксайский усатый 5 (57,7 %) на 3,7 %. Это свидетельствует о перспективности возделывания испытываемого сорта в Ростовской области.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

1. При селекции гороха в условиях южной зоны Ростовской области рекомендуется использовать источники высокой урожайности семян: Светозар, Лавр, Коралл, Девиз, ОМК-3, 221/73, 269/79, 525/80, Благодатный; крупности семян: Девиз, Аз-97-775, Триумф, Л-26253, 576/80, Flavanda;

высокобелковости: Шустрик, Триумф, Аз-97-775, Young Island, E.C.26140, 193/73.

2. Для селекционеров предложены созданные модели усатого и листочкового морфотипов листа, адаптированные к условиям южной зоны Ростовской области.

3. Рекомендуются провести широкое экологическое испытание нового сорта гороха Скиф в Северо-Кавказском, Центрально-Черноземном и Средневолжском регионе РФ.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ

1. Ашиев А.Р. Взаимосвязи количественных признаков и качественных показателей урожайности новых линий гороха / А.Р. Ашиев, **К.Н. Хабибуллин**, М.В. Скулова, Д.П. Дорохова // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 6 (60). – С. 13–16.

2. Ашиев А.Р. Урожайность и элементы ее структуры новых линий гороха / А.Р. Ашиев, М.В. Скулова, **К.Н. Хабибуллин** // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 5 (59). – С. 26–28.

3. Ашиев А.Р. Изучение генетического потенциала сортообразцов гороха разных морфотипов в условиях Ростовской области / А.Р. Ашиев, **К.Н. Хабибуллин**, П.И. Костылев, Н.Г. Игнатъева // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 1 (55). – С. 47– 52.

4. Ашиев А.Р. Элементы структуры урожая у листочковых и усатых образцов гороха: изменчивость, взаимосвязи и перспективы их использования в селекционном процессе /

А.Р. Ашиев, **К.Н. Хабибуллин**, М.В. Скулова // *Зерновое хозяйство России*. – 2019. – № 3 (63). – С. 40–43.

5. Ашиев А.Р. Изучение взаимосвязей урожайности с морфо-биологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного / А.Р. Ашиев, **К.Н., Хабибуллин** // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – № 3 (69). – С. 3–7.

6. **Хабибуллин К.Н.** Оценка адаптивности продуктивности растений коллекции гороха посевного / К.Н. Хабибуллин, А.Р. Ашиев, М.В. Скулова // *Зерновое хозяйство России*. – 2020. – № 1 (67). – С. 33–36.

7. Ашиев А.Р. Оценка урожайности зерна новых линий гороха посевного и определение параметров их адаптивности / А.Р. Ашиев, **К.Н. Хабибуллин**, А.В. Чегунова, М.В. Скулова // *Зерновое хозяйство России*. – 2021. – № 4 (76). С. – 45–49.

8. Ашиев А.Р. Кластерный анализ коллекционного материала гороха с генами усатого типа листа (af) и неосыпаемости семян (def) / А.Р. Ашиев, **К.Н. Хабибуллин**, М.В. Скулова, А.В. Чегунова // *Зерновое хозяйство России*. – 2021. – № 2 (74). – С. 40–44.

9. Ашиев А.Р. Влияние вегетационного периода на содержание белка в семенах коллекционных образцов гороха / А.Р. Ашиев, **К.Н. Хабибуллин**, М.В. Скулова // *Зерновое хозяйство России*. – 2022. Т. 14. – № 6. – С. 5–10.

10. Ашиев А.Р. Скиф – новый сорт гороха посевного / А.Р. Ашиев, **К.Н. Хабибуллин**, М.В. Скулова // *Зерновое хозяйство России*. – 2022. Т. 14. – № 5. – С. 10–14.

11. Ашиев А.Р. Изменчивость признака "Масса 1000 семян" перспективных линий гороха посевного / А.Р., Ашиев, **К.Н., Хабибуллин**, М.В. Скулова // *Зерновое хозяйство России*. – 2022. Т. 14. – № 3. – С. 77–81.

Публикации в изданиях, индексируемые в библиографических базах данных Scopus

1. Ashiev, A. Protein content in grain of collection samples of common pea and its adaptive properties / A. Ashiev, **K. Habibullin**, N. Kravchenko // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East, AFE 2021 - Papers" 2021. С. 022122.

Статьи, опубликованные в других изданиях, материалах конференций:

1. **Хабибуллин К.Н.** Изучение коллекции гороха в селекции на продуктивность / К.Н. Хабибуллин, А.Р. Ашиев // VII Съезд Вавиловского общества генетиков и селекционеров, посвященный 100-летию кафедры генетики СПбГУ, и ассоциированные симпозиумы // г. Санкт – Петербург. – 2019. – С. 872

Интеллектуальная собственность:

Сорт гороха Скиф передан на Государственное испытание в 2021 году. Находится под защитой Госкомиссии РФ по охране и испытанию селекционных достижений. Номер заявки на допуск: 84614. Начало испытаний сорта с 2022 года. Регионы испытаний 5, 6, 7. Сорт гороха посевного Скиф внесён в Государственный реестр селекционных достижений РФ в 2023 году. Авторы сорта: Авторы сорта: Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В., Кравченко Н.С.

Научное издание

Хабибуллин Кирилл Наильевич

**ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Подписано в печать 2024 г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. Л. – 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №

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