

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ХАБАРОВСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

На правах рукописи

ШЕПЕЛЬ ОКСАНА ЛЕОНИДОВНА

**ОЦЕНКА И ОТБОР ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ЗЕРНОБОБОВЫХ
КУЛЬТУР ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ МУССОННОГО КЛИМАТА
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
член-корреспондент РАН
Асеева Татьяна Александровна

Хабаровск – 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 ЗНАЧЕНИЕ ЗЕНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР И СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА И ФАСОЛИ (обзор литературы)	13
1.1 Значение зернобобовых культур	13
1.1.1 Хозяйственное значение гороха	14
1.1.2 Хозяйственное значение фасоли	16
1.1.3 Влияние зернобобовых культур на трансформацию почвенных условий	19
1.2 Морфологические и биологические особенности гороха (<i>Pisum sativum</i> L.) и фасоли (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L.)	21
1.2.1 Морфологические особенности гороха (<i>Pisum sativum</i> L.)	21
1.2.2 Биологические особенности гороха (<i>Pisum sativum</i> L.)	27
1.2.3 Морфологические особенности фасоли (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L.)	31
1.2.4 Биологические особенности фасоли (<i>Phaseolus Vulgaris</i> L.).....	36
1.3 Современные направления и задачи селекции зернобобовых культур ..	38
1.3.1 Современные направления и задачи селекции гороха.....	39
1.3.2 Современные направления и задачи селекции фасоли.....	44
ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	48
2.1 Агроклиматическая характеристика Среднего Приамурья	48
2.2 Почвенно-климатические условия проведения исследований.....	49
2.3 Материал и методика исследований	63
ГЛАВА 3 ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ГОРОХА И ФАСОЛИ ПО СЕЛЕКЦИОННЫМ ПРИЗНАКАМ И ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ	66
3.1 Экологическое испытание современных сортов и линий гороха	66
3.1.1 Вегетационный период.....	66
3.1.2 Устойчивость к полеганию	72
3.1.3 Урожайность.....	74
3.1.4 Элементы структуры урожая	80
3.1.5 Содержание белка в зерне гороха	86
3.2 Экологическое испытание современных сортов и линий фасоли зерновой	88
3.2.1 Вегетационный период.....	89
3.2.2 Характеристика сортообразцов по уровню урожайности, пластичности и стабильности.....	93

3.2.3 Элементы структуры урожая фасоли.....	97
3.2.4 Пригодность к механизированной уборке	102
3.2.5 Содержание белка в зерне фасоли.....	104
3.3. Изучение исходного материала гороха и фасоли	107
3.3.1 Характеристика коллекции гороха по основным морфологическим и хозяйственно-ценным признакам	107
3.3.1.1 Средовая изменчивость селекционных признаков гороха	109
3.3.1.2 Продолжительность фенологических периодов	110
3.3.1.3 Длина стебля.....	113
3.3.1.4 Количество бобов на растении	114
3.3.1.5 Количество семян в бобе	116
3.3.1.6 Масса 1000 семян	117
3.3.1.7 Масса семян с растения	118
3.3.1.8 Содержание белка в семенах	120
3.3.1.9 Взаимосвязь признаков продуктивности гороха	121
3.3.2 Характеристика коллекции фасоли по основным морфологическим и хозяйственно-ценным признакам	125
3.3.2.1 Средовая изменчивость селекционных признаков фасоли	127
3.3.2.2 Продолжительность фенологических периодов	128
3.3.2.3 Высота растений.....	130
3.3.2.4 Высота прикрепления нижнего боба	131
3.3.2.5 Количество бобов на растении	132
3.3.2.5 Количество семян в бобе	134
3.3.2.7 Масса 1000 семян	135
3.3.2.8 Масса семян с растения	136
3.3.2.9 Взаимосвязь признаков продуктивности фасоли	137
ГЛАВА 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ СОРТОВ ГОРОХА И ФАСОЛИ.....	142
4.1 Моделирование сортов гороха для условий Среднего Приамурья.	143
2 Моделирование сортов фасоли обыкновенной для условий Среднего Приамурья.	148
ГЛАВА 5 СОЗДАНИЕ НОВОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ГОРОХА И ФАСОЛИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ	153
5.1. Подбор исходного материала для селекции гороха	153
5.2 Отбор перспективного селекционного материала гороха	154
5.3. Подбор исходного материала для селекции фасоли обыкновенной	156

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	157
РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ	159
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	161
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	186
Приложение А Вегетационный период гороха и фасоли	187
Приложение Б Гидротермические условия периодов вегетации гороха	188
Приложение В Гидротермические условия периодов вегетации фасоли ...	189
Приложение Г Характеристика сортообразцов гороха.....	190
Приложение Д Содержание белка в зерне гороха	191
Приложение Е Характеристика сортообразцов фасоли.....	192
Приложение Ж Содержание белка в зерне фасоли	193
Приложение З Авторское свидетельство №77887 фасоль обыкновенная Хабаровская	194
Приложение И Акт внедрения ИП Прилепин С.И.	195
Приложение К Акт внедрения ДВ НИИСХ	196

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Одной из главных задач в рамках выполнения Государственной программы развития сельского хозяйства в Хабаровском крае является обеспечение продовольственной безопасности по основным видам продукции, производимой сельскохозяйственными товаропроизводителями. Приоритетное направление развития аграрного сектора должно основываться на соответствии биологических потребностей возделываемых культур природно-климатическому потенциалу территории, что в дальнейшем определяет уровень реализации продуктивных качеств сортов и сохранение почвенного плодородия (Стратегия социально-экономического развития Хабаровского края на период до 2030 года, 2021). Территория Хабаровского края характеризуется значительным различием почвенно-климатических и организационно-экономических условий, которые влияют на продуктивность и эффективность сельскохозяйственного производства и прежде всего, растениеводства. В последнее время за счет сложившихся рыночных отношений, экономической эффективности производства зерновых и кормовых культур, уменьшения внутрихозяйственных потребностей в фуражном зерне и в кормах, за счет сокращения поголовья скота, в крае произошла заметная трансформация в структуре посевных площадей. Сократились посевы однолетних и многолетних трав, силосных культур, а площади, занимаемые соей, ежегодно растут. Это обусловлено высокой маржинальностью культуры, однако преобладание сои свыше 30% в севооборотах негативно отражается на эффективности агроценоза в целом и, в первую очередь, на почвенном плодородии (Асеева, 2006). Вследствие этого наблюдается существенное ухудшение фитосанитарного состояния почвы и посевов. Помимо прочего, сокращение видового состава возделываемых культур снижает устойчивость агрофитоценозов к действию абиотических стрессоров, на их восстановление требуются большие материально-технические затраты и долгие годы. Создание агроэкосистем с большим видовым разнообразием повышает их продуктивность и экологическую устойчивость. Насыщение севооборотов зернобобовыми культурами позволит улучшить струк-

туру и аэрацию почвы, уменьшит затраты на минеральные удобрения в силу азотофиксирующей функции культуры, а также обеспечит край высокобелковым кормопроизводством, что непосредственно отразится на объемах производимой животноводческой продукции (Вишнякова, 2013; Жученко, 2004; Орлов и др. 1986).

Горох (*Pisum sativum*) – наиболее распространенная зернобобовая культура в России. После заметного спада производства в 2011-2017 гг., доля посевных площадей под культурой за последние пять лет постепенно увеличивается и в 2022 году достигла 71,4 % общей площади под этими культурами. Основные посеы сосредоточены в Сибирском, Приволжском, Южном и Северо-Кавказском федеральных округах (Зотиков, 2017). Выращенный горох используют как на продовольственные, так и кормовые цели. В производственных условиях высоко ценятся сорта укосного направления, дающие не грубеющую длительное время зеленую массу с высоким содержанием белка и незаменимых аминокислот. Корневые и пожнивные остатки гороха относительно богатые азотом, легко и быстро разлагаются в почве, стимулируют биологическую активность почвенной микрофлоры, тем самым способствуя повышению урожайности выращиваемых после него культур (Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха: Методические рекомендации, 2009).

Фасоль (*Phaseolus vulgaris*) – ценное пищевое растение, в промышленном производстве используют ее кустовые формы. В пищу используют семена зерновых сортов, а незрелые бобы овощных сортов фасоли идут для приготовления полуфабрикатов и консервов. Семена фасоли характеризуются отличными вкусовыми качествами, очень питательны, хорошо развариваются и усваиваются. В России производственные посеы фасоли невелики, в основном это Северо-Кавказский регион, южные и центральные регионы европейской части и южные районы Сибири (Казыдуб, 2005; Порсев, 2019).

Ценность зернобобовых культур при различном направлении использования наряду с благотворным влиянием на агроценоз являются определяющими факторами органического земледелия. Общеизвестно, что баланс азота в севообороте

будет положительным при включении в посевы более 30% зернобобовых культур, что имеет большое значение при создании энергосберегающих систем земледелия (Вишнякова, 2008). В настоящий момент в структуре посевных площадей Хабаровского края зернобобовые культуры (кроме сои), представлены мало, в основном это использование гороха на зеленый корм при совместном выращивании с овсом. Выращивание гороха и фасоли на зерно в промышленных масштабах не ведется. Это связано, в первую очередь, с отсутствием зерновых сортов культур, приспособленных к условиям произрастания в данном регионе и с дороговизной завозимых семян. Не изучены вопросы технологии их возделывания в данной климатической зоне.

В 2021 году в Дальневосточном регионе допущены к возделыванию сорта гороха посевного Аксайский усатый 55, Аннушка, Варис, Спартак и сорт гороха полевого Зарянка. В условиях достаточной влагообеспеченности эти сорта формируют урожай на уровне 20-25 ц/га зерна. К сожалению, они не устойчивы к полеганию, а этот факт, в свою очередь, затрудняет ведение семеноводства. В Дальневосточном регионе селекционная работа с горохом и фасолью до 2015 года не проводилась. В результате многолетнего испытания перспективных линий и сортов фасоли, предоставленных ВНИИЗБК, в 2019 году новый сорт фасоли Хабаровская успешно прошел экспертизу и с 2020 года включен в Государственный реестр Российской Федерации, допущенных к использованию.

В связи с вышесказанным, проведение селекционной работы по улучшению биологических и технологических характеристик сортов гороха и фасоли, а также создание новых высоко адаптивных сортов этих культур для Дальневосточного региона, способствующих получению стабильных высококачественных урожаев зерна в условиях зоны рискованного земледелия, является актуальным.

Исследования диссертации выполнялись в рамках Государственного задания по теме № 0822-2018-0001 «Фундаментальные основы управления селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам», № Госрегистрации АААА – А18 – 118082190002-0.

Степень разработанности темы исследований. Вопросам селекционного улучшения гороха и фасоли, а также совершенствования биологических, агрономических, технологических показателей новых сортов, выделения источников ценных признаков в различных условиях посвящены работы отечественных и зарубежных ученых. Большой вклад в изучение гороха внесли С. Н. Агаркова, О.П. Адамова, А.В. Амелин, А.П. Бердышев, Н.И. Васякин, Н.М. Вербицкий, Л.И. Говоров, Ф.А. Давлетов, Г.А. Дебелый, А.Н. Зеленов, Р.Х. Макашева, Т.С. Наумкина, Н.Е. Новикова, Л.В. Омелянюк, М.И. Смирнова-Иконникова, В.В. Хангильдин, Н.А. Соболев, В.С. Федотов, А.Я. Розентал, Mendel G., Wellensiek S. I., Lambrecht H., Vilmorin P., White O.E., Fourmont R., Blixt S. и многие другие.

Изучением фасоли занимались А.А. Абхазова, С.И. Жегалов, Н.М. Голбан, Н.Р. Иванов, Н.Г. Казыдуб, Л.И. Полянская, Т.В. Буравцева, П.М. Минюк, Л.Л. Декапрелевич, Г.В. Бадина, О.В. Паркина, В.Н. Зайцев, М.П. Мирошникова, Kooiman H., Jarnell S.H., Polignano G. V. и другие.

Однако особенности почвенно-климатических условий Дальнего Востока требуют уточнения основных направлений селекции гороха и фасоли для зоны рискованного земледелия, что и послужило основанием для данной работы.

Цель исследований. На основе изучения современного сортимента гороха и фасоли выделить источники хозяйственно ценных признаков и свойств для создания новых сортов зернобобовых культур в условиях муссонного климата.

Задачи исследований:

- изучить соответствие почвенно-климатических условий Дальневосточного региона биологическим потребностям гороха и фасоли;
- определить основные элементы продуктивности коллекционных образцов гороха и фасоли и выделить эффективные источники по важнейшим хозяйственно ценным признакам и свойствам;
- разработать модели сортов гороха и фасоли разного направления использования для условий Дальневосточного региона;
- выделить разнообразный по морфогенетическим признакам исходный материал для селекции сортов зернобобовых культур в Дальневосточном регионе.

Научная новизна работы. Впервые в условиях Дальневосточного региона проведено комплексное изучение генетического материала гороха и фасоли различного географического происхождения. Выявлено влияние агроэкологических условий и генотипа на рост, развитие, адаптивные свойства, формирование урожайности и качества зерна гороха и фасоли. Впервые определены особенности реакции растений гороха и фасоли на гидротермические условия региона. Впервые разработаны оптимальные модели перспективных генотипов гороха и фасоли для рационального использования результатов оценки коллекционных сортов образцов в подборе исходных родительских форм. В результате многолетнего испытания генофонда гороха и фасоли выделены перспективные образцы – источники высокой адаптивности, продуктивности, технологичности, высокого качества зерна для дальнейшего использования в селекционной программе. Выделены генотипы, стабильно формирующие высокое содержание белка и высокую урожайность. Создан новый гибридный материал с комплексом хозяйственно ценных признаков для использования в селекции на высокую урожайность, устойчивость к полеганию и болезням и высокое содержание белка в семенах.

Теоретическая и практическая значимость работы. Использование выделенных по хозяйственно ценным признакам источников в практической селекции позволяет создать новый исходный материал гороха и фасоли с высокой степенью адаптации к био- и абиотическим стрессорам региона. Установлены влияние генотипа и факторов среды (температура воздуха, количество осадков) на величину параметров продуктивности гороха и фасоли. Сформирована рабочая коллекция ценных сортов зернобобовых культур. Разработаны модели сортов гороха и фасоли для гидротермических условий региона и с учетом требований современного сельскохозяйственного производства. Создан новый гибридный материал, который испытывается на всех этапах селекционного процесса. Впервые совместно с селекционерами ВНИИЗБК создан раннеспелый сорт фасоли зерновой Хабаровская, который нашел свое применение, как в сельскохозяйственных предприятиях, так и в личных подсобных хозяйствах Хабаровского края.

Методология и методы исследований. Методология проводимых исследований основана на анализе научных публикаций отечественных и зарубежных ученых и включает в себя комплексный подход к рассмотрению изучаемой проблемы. При выполнении работы использовались эмпирические, теоретические и общенаучные методы. Полевые и лабораторные опыты проводились по общепринятым методикам, используемые в селекции растений. Математическая обработка полученных в ходе исследований экспериментальных данных выполнялась с использованием методики дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа.

Положения, выносимые на защиту:

- источники высокой продуктивности, технологичности, раннеспелости, используемые в качестве исходных форм, являются основой для создания ценного селекционного материала зернобобовых культур;

- установленные особенности продукционного процесса позволили разработать модели сортов гороха и фасоли разного направления использования для Дальневосточного региона и создать селекционный материал, адаптированный к местным условиям произрастания.

Степень достоверности и апробация результатов исследований обеспечена 6-летними полевыми исследованиями и достаточным количеством анализов и учетов в полевом опыте; сведениями лабораторных исследований; корректностью использованных утвержденных методик и критериями статистической обработки; а также полученным патентом на сорт фасоли зерновой Хабаровская. Основные результаты исследования апробированы на международной научно-практической конференции молодых ученых «Вклад молодых ученых в решении задач агропромышленного комплекса Азиатско-Тихоокеанского региона (Благовещенск, 07-08 сентября 2016 г.), Дальневосточном Дне Поля-2018 (Уссурийск, 03 сентября 2018 г.), международной научно-практической конференции «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса» (Хабаровск, 16-17 июля 2020 г.). Получен патент на сорт фасоли зерновой Хабаровская.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 1 статья, индексируемая в Scopus, 4 статьи в изданиях, включенных в перечень ВАК РФ, получено 1 авторское свидетельство, 1 патент.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 196 страницах компьютерной верстки, содержит 36 рисунков, 43 таблицы; состоит из введения, 5 глав, заключения, рекомендаций для селекции, приложений, списка литературы из 236 источников, в том числе 40 – на иностранном языке.

Личный вклад автора. Автором лично разработана программа исследований, сформулированы цели, задачи, определена методика проведения исследований, осуществлено планирование, закладка и проведение опытов. Фенологические наблюдения и структурный анализ сноповых образцов гороха и фасоли проводились совместно с м.н.с. Хорняк М. П. и Кондратьевой А. Ю. Изучение сортообразцов с ВНИИЗБК проводилось в тесном сотрудничестве с Задориным А. М. и Мирошниковой М. П. Определение содержания белка проходило в биохимической лаборатории совместно со с.н.с. Рубан З. С. В соавторстве с д. фарм.н. Степановым А. С. проведена математическая обработка полученных данных. При непосредственном участии автора разрабатывались схемы создания нового селекционного материала и селекционного процесса в целом, написан текст диссертации, сформулированы выводы и защищаемые положения, подготовлены статьи для публикации в журналах и сборниках трудов. Анализ и обобщение полученных результатов проведен совместно с научным руководителем доктором сельскохозяйственных наук, член-корреспондентом РАН Асеевой Т. А. В соавторстве с Мирошниковой М. П., Задориным А. М., Зеленовым А. А., Миюц О. А. создан новый сорт фасоли обыкновенной Хабаровская.

Благодарности. Автор искренне благодарит коллектив Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства за всестороннюю поддержку и практическую помощь в проведении исследований и работе над диссертацией.

Особую признательность за помощь в работе соискатель выражает научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, член-корреспонденту РАН Асеевой Татьяне Александровне. Родным – за поддержку и понимание.

ГЛАВА 1 ЗНАЧЕНИЕ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР И СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ГОРОХА И ФАСОЛИ (обзор литературы)

1.1 Значение зернобобовых культур

Значение зернобобовых культур для устойчивого развития экологически ориентированного сельскохозяйственного производства невозможно переоценить. Об этом говорит и то, что 2016 год во всем мире прошел под эгидой зернобобовых культур. Зернобобовые культуры имеют определяющее значение для создания здоровых экосистем, в том числе обеспечения плодородия почвы, фитомелиорации, фитосанитарной очистки почв, а также в снижении энергозатрат в растениеводстве (Вишнякова, 2007, 2008, 2016; Жученко, 2004). Зернобобовым культурам отведена важная роль в решении проблемы недоедания и обеспечении здорового питания человека (Зернобобовые России, 2017; Лищенко, 2003). Ценность зернобобовых культур не ограничивается высокими показателями содержания белка в зерне, повышением плодородия почв за счёт обогащения их доступными формами азота, благодаря деятельности клубеньковых бактерий, но и связана с получением экологически чистой или органической продукцией растениеводства (Зотиков, 2018). Увеличение удельного веса зернобобовых культур в структуре посевных площадей позволяет снизить затраты на производство кормов и повысить их качество, что непосредственно влияет на увеличение животноводческой продукции. Основным препятствием для расширения площадей под зернобобовыми культурами является низкая по сравнению с зерновыми культурами и нестабильная урожайность. Предпосылками для этого служат неустойчивость к полеганию, неустойчивость к биотическим и абиотическим стрессам (из-за высокой чувствительности к метеоусловиям во время цветения и созревания); требовательность к соблюдению технологий возделывания, дороговизной семенного материала и химических средств защиты растений, отсутствие комплекса уборочных машин (Агротехнологические особенности возделывания зернобобовых культур, 2018; Давлетов, 2008).

1.1.1 Хозяйственное значение гороха

Горох (*Pisum sativum* L.), как и другие зернобобовые культуры, успешно возделывают в различных агроклиматических зонах нашей страны, за исключением районов с крайне засушливым климатом. Посевные площади гороха, по данным Росстата, в 2016 году находились на уровне 941 тыс. га, а в 2019 году - 1435 тыс. га, что составило прирост 15,2%; валовый сбор при этом вырос на 34,3% и составил в 2019 году 2304 тыс. тонн. Урожайность, которая очень зависит от погодных условий, при этом осталась приблизительно на уровне 17-18 ц/га; самая большая урожайность за последние пять лет сформировалась в 2018 году на уровне 26 ц/га. За десять лет, по данным Росстата, валовый сбор гороха увеличился на 1 млн. тонн – почти до 2,4 млн. тонн. А экспортные поставки возросли в пять раз – с 255 тысяч тонн в 2009 году до 1,14 млн. тонн в 2018 году. Ведущими регионами по посевам гороха являются Ставропольский край, Ростовская область, Алтайский край, Омская область, Краснодарский край, Республика Татарстан, Тамбовская область, Новосибирская область, Башкортостан, Рязанская область (Агровестник, 2019¹: АПК-Информ²). При соблюдении агротехники возделывания, горох обеспечивает получение высоких и стабильных урожаев, которые слабо повреждаются различными вредителями (Макашева, 1979; Дебелый, 2013). В зависимости от сортовых особенностей и условий возделывания в зрелых семенах гороха содержится от 18 до 35 % белка. Как и все зерновые бобовые, горох, благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, накапливает в 2-3 раза больше белка, чем хлебные злаки. Анализы лаборатории биохимии (ВИР) показывают, что среднее содержание белка в семенах образцов коллекции равно 26-27 % от сухого вещества (Смирнова-Иконникова, 1960). По данным Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, в среднем по стране белок в семенах районированных сортов гороха составляет 24,3 %. В большинстве почвенно-климатических зон нашей страны семена гороха содержат 22-26 %

1 URL.: <https://agrovesti.net/lib/industries/beans/>

2 URL.: <https://www.apk-inform.com/ru/harvest/1504498>.

белка (Химический состав гороха)¹. Приведенные цифры показывают, что в селекции гороха пока еще не использованы все потенциальные возможности, имеющиеся в естественном разнообразии этой культуры. Анализ содержания белка в семенах образцов гороха посевного коллекции ВИР в зависимости от географического пункта выращивания (Крымская опытная станция ВИР в Краснодарском крае и Пушкинские лаборатории ВИР в Ленинградской области) позволил сгруппировать их в 5 основных типов. К группе устойчиво высокобелковых относятся сорта, формирующие до 26-28 % белка при амплитуде изменчивости 4-4,4 %; в основном сюда вошли образцы гороха западноевропейской агроэкологической группы, частично средневропейской и хивинской (Исайчев, 2012). Белок зернобобовых культур содержит до 34% незаменимых аминокислот, что в 1,5 раза больше по сравнению со злаковыми культурами и является при этом хорошим источником лизина (Зотиков, 2017; Исайчев, 2012). В семенах гороха, помимо белка, содержится до 1,2 % жира, 3,3 % золы, 43,2 % крахмала и 4,5 % клетчатки на абсолютно сухой вес. В незрелых бобах и семенах гороха содержатся витамины А, В₁, В₂ и С, а в проростках – витамин Е, при этом содержание В₁ и В₂ в зеленом горошке в 3-5 раз превосходит их содержание в томатах и моркови. Особенно много фолиевой кислоты – до 20 мг/100 г сырого вещества. Из минеральных солей в нем очень много калия, фосфора и магния. Внедрение безотходных технологий переработки зерна гороха в производство позволит наиболее эффективно использовать имеющиеся в Российской Федерации сырьевые ресурсы, а также производить продукцию, конкурентоспособную на экспортном рынке (Шелепина, 2010, 2014; Zhao T., 2020).

Использование гороха разнообразное: продовольственное в виде зрелых семян, свежего зеленого горошка и бобов сахарных сортов в фазе технической спелости, промышленное (консервы зеленого горошка и свежемороженый зеленый горошек), кормовое (зернофураж, зеленый корм, силос, сенаж, сено, сенная мука), на зеленое удобрение. Кормовая ценность гороха определяется и высоким содержанием кормовых единиц (в 1 ц зеленой массы – 16, в 1 ц сена – 49,5) и ви-

¹URL.: <https://fitaudit.ru/food/135704>

таминов. Наиболее ценным кормом являются семена: в 1 кг зерна гороха в среднем содержится 1,18 корм. ед., 218 г переваримого протеина и 14,2 г лизина (Волгин, 2018). Широкое введение гороха в рацион животных как корма, богатого белками, дает возможность намного увеличить выход животноводческой продукции на единицу затрачиваемого корма (Вербицкий, 1970). Мука из гороха используется с большей эффективностью при выдойке молока. Скармливание свиньям и другим животным гороха в виде смеси с другими кормами улучшает качество сала и мяса (Вербицкий, 1990; Гурьянов, 2008; Косолапов, 2009, 2013; Шевченко, 2004). Содержание гороха до 24 % в составе смешанных посевов с зерновыми культурами обеспечивает сбалансированность зернофуража по протеину до научно-обоснованных зоотехнических норм (Дебелый, 2017; Уваров, 2001). Гороховая солома по своим кормовым достоинствам не уступает сене среднего качества. В ней содержится до 9 % белка – в 2 раза больше чем овсяной. Солома гороха может служить ценным компонентом при силосовании кукурузы, т. к. увеличивает содержание белка в силосе (Уваров, 2001).

1.1.2 Хозяйственное значение фасоли

Фасоль (*Phaseolus vulgaris* L.) – ценная высокобелковая культура, имеющая многостороннее использование. В мировом земледелии фасоль занимает доминирующее положение среди зернобобовых культур и по данным ФАО, в 2016 году культура возделывалась на площади 29,2 млн. га; основными производителями являются Аргентина, Китай, Канада, США (Фасоль – первое место в мировом производстве зернобобовых)¹. В России посевные площади под фасолью составляют чуть более 4 тыс. га, а валовое производство около 7 тыс. тонн, что в структуре производства зернобобовых составляет всего 0,2 %. При этом импорт в Россию в среднем за год составляет около 22 тыс. тонн ежегодно, что говорит о востребованности культуры. Причем, импортируется как сухое зерно, так и продукция, готовая к употреблению. В силу своей большей требовательности к теплу она

¹URL.: <https://ukragroconsult.com/ru/news>

менее распространена, чем горох; наибольший вклад в производство фасоли в России вносит Северо-Кавказский федеральный округ (58,7 %), на втором месте – Южный ФО – 24,4 %, незначительные посевы присутствуют в Западно-Сибирском регионе (Зотиков, 2016]). Краснодарский край, Республика Дагестан и Кабардино-Балкарская Республика обеспечивает большую часть валового сбора культуры. Более 90 % фасоли в России производится в личных подсобных хозяйствах. В первую очередь фасоль – ценная продовольственная культура (Плетнева, 2019). В пищу употребляются зрелые семена и зеленые бобы овощных сортов. Содержание белка в зерне фасоли колеблется в пределах 20-35 %, (Буравцева, 2015), а в зеленых бобах – от 17 до 24 % (Маракаева, 2017; Егорова, 2019). В состав белка фасоли входит до 30 аминокислот, но особую ценность представляют незаменимые аминокислоты, которые необходимы для питания человека: лизин (2,2-7,9 %), цистеин (1,2-1,8 %), триптофан (08-2,5 %). Важно, что наибольшее количество белка (60-90 %) приходится на водорастворимую фракцию. Усвояемость белков в зависимости от кулинарной обработки достигает 85-89 % (Федотов, 1976). Биологические показатели белка фасоли свидетельствуют об их высокой пищевой ценности и способности удовлетворять потребности населения в требуемых незаменимых аминокислотах (Голбан, 1982; Самченко, 2014). В семенах фасоли помимо белка содержатся углеводы: сахара, полисахариды (инулин, крахмал); ферменты; органические кислоты: яблочная, лимонная, малоновая и др.; фитостерины: β - и γ -ситостерин, ситостероны, стигмастерин; витаминоподобные соединения: холин, бетаин; полифенольные соединения; минеральные вещества : кальций, сера, магний, фосфор, железо, много калия и йода, витамины В1, В2, В3, В5, В6, В9, С, Е, К и РР (Wiesinger J.A., 2018). По калорийности семена фасоли в 3,5 раза превосходит картофель и более чем в 5 раз – капусту (Голбан, 1982), энергетическая ценность семян – 333 ккал (1393 кДж). Зелёные плоды содержат меньше белка, но больше витаминов и сахаров. Исследованиями установлено, что бобы фасоли овощной в технической спелости богаты аскорбиновой кислотой, каротином, содержат витамины В1, В2, В6, В12, К, С, РР, сахара (3,4 %), минеральные соли Mn, Mg, P, Ca, Fe, и др., а также богаты клетчаткой (3,9 %)

и пектинами; в зеленых бобах фасоли соотношение натрия и калия приближается к оптимальному (1:150). Калорийность бобов фасоли овощной в зависимости от содержания влаги в бобах и сорта колеблется от 32 до 40 калорий. Фасоль является диетическим блюдом, назначаемым при заболеваниях печени, а также острых инфекционных заболеваниях и заболеваниях центральной нервной системы. Фасоль содержит антиоксиданты группы флавоноидов и фитостеролы, что позволяет использовать блюда из нее в качестве профилактики онкологических заболеваний (Копылова, 2015). Фасоль обладает лечебными свойствами. Это самый необходимый продукт питания в рационе больных сахарным диабетом. Употребление фасоли в пищу снижает содержание сахара в крови, а в составе створок бобов фасоли содержатся вещества, снижающие содержание глюкозы в крови, обладающие инсулиноподобной активностью: аминокислота аргинин, бигуанидиноподобные вещества и др. (Николайчук, 1989). Створки спелых бобов фасоли издавна применяют в медицинской практике как лечебное средство. Их отвары известны как умеренное мочегонное средство, препятствующее образованию камней в лоханках почек и облегчающее их отхождение. Мочегонный эффект подтвержден клинически. В народной медицине «чай» (настой) из фасолевых створок применяют при задержках мочеиспускания, отеках, ревматизме, подагре, экземе (нейродермите) и других кожных болезнях (Киселева, 2010). Некоторые вещества, содержащиеся в створках фасоли (тритерпеновые гликозиды и др.), способствуют нормализации обмена веществ. Известно желчегонное действие отвара из створок фасоли, которое используют в комплексном лечении дискинезии желчевыводящих путей (Киселева, 2010).

Питательные блюда из зрелых семян фасоли рекомендованы в диете при анемии, туберкулезе, гнойно-деструктивных заболеваниях легких, травмах опорно-двигательного аппарата, а также для снижения воспалительных процессов в печени. Семена фасоли содержат ферменты, благодаря чему усиливают секрецию желудочного сока. Поэтому пюре из них с успехом применяют для лечения гастритов с пониженной кислотностью. Наличие витаминов, особенно витамина Е, делают фасоль незаменимой для людей среднего и старшего возраста. Фасоль бо-

гата калием и другими минеральными веществами, ее применяют в диетическом питании при атеросклерозе и нарушениях ритма сердца. Входящий в состав фасоли цинк, нормализует углеводный обмен в организме. Медь, активизирует выработку (синтез) адреналина и гемоглобина. В семенах довольно много йода, который необходим для нормальной работы щитовидной железы (Киселева, 2010).

Наличие в зеленых плодах фасоли бетаина, холина, аминокислот тирозина, лейцина, лизина, триптофана благотворно влияют на обмен веществ и белковый синтез (Ganesan, 2017) Зеленая фасоль обладает выраженным мочегонным эффектом, регулирует солевой обмен в организме, ее употребление, рекомендуется при подагре. Следует учитывать, что химический состав бобов фасоли овощной не является постоянным, а значительно зависит от гидротермических условий возделывания, от сортовых особенностей, а также от времени сбора овощной продукции (Смирнова-Иконникова, 1960; Чайковский, 2009; Дебелый, 2017).

Из семян фасоли (преимущественно белосемянных сортов) готовят муку, используя её как добавку к пшеничной муке в количестве 5-10 % для выпечки хлеба; это увеличивает питательность хлеба, особенно полезного для детей (Батурина, 2013; Чижикова, 2015; Колмаков, 2017).

1.1.3 Влияние зернобобовых культур на трансформацию почвенных условий

Широко известна средообразующая роль зернобобовых культур. К.А. Тимирязев (1948) и Д.Н. Прянишников (1952) считали, что включение бобовых в севооборот является важнейшим достижением науки. В настоящее время повышение роли симбиотического азота бобовых культур в воспроизводстве плодородия почвы, в увеличении урожайности культур севооборота и его устойчивости, приобретает еще большую остроту (Васин, 2012, 2015; Вишнякова, 2008; Лошаков, 2015, 2016, 2017; Морозов, 2008; Новиков, 2012; Постников, 2015; Шрамко, 2016). Показано, что растительные остатки гороха, кроме соломы, в количестве от 20 до 50 ц/га обеспечивают накопление в почве 50-60 кг/га доступного азота. Помимо этого, корневая система гороха положительно воздействует на физические и

химические свойства почвы: улучшает структуру почвы, в лучшую сторону изменяется ее микрофлора; угнетается сорная растительность, улучшается фитосанитарное состояние; в почве накапливаются органические остатки, улучшается питательный режим, особенно по азоту. За счет корневых выделений горох способен растворять трудноусваиваемые формы фосфорных соединений в более простые и относительно легко усваиваемые другими культурами. (Голопятов, 1981; Зубов, 1985; Гречко, 2000; Чуданов, 2003; Blixt S., 1978; Ali-khan S., 1989). Короткий вегетационный период и высокая активность корней помещают горох в ряд самых лучших предшественников многих культур в севообороте. (Нафиков, 2012; Дебелый, 2016; Данилец, 2019).

Антропогенные воздействия в условиях современных агроландшафтов инициируют и усиливают деградацию почв, а это, в свою очередь, активизирует процесс дегумификации и переуплотнения почв, снижая интенсивность биологического круговорота, что незамедлительно отрицательно сказывается на эффективности их плодородия и урожайности возделываемых культур (Цагараева, 2014). По данным ученых НИИСХ Юго-Востока, Самарского НИИСХ и республики Татарстан, на протяжении последних лет происходят необратимые изменения черноземов по потере гумуса (Чуб, 2003; Семенова, 2004; Обущенко, 2014). В настоящее время разработаны концепции воспроизводства плодородия почвы с учетом отмеченных проблем, которые предполагают, прежде всего, максимальное накопление биогенных ресурсов плодородия в агроценозах, что в значительной мере определяется набором сельскохозяйственных культур в севооборотах (Тойгильдин, 2017). Сужение набора возделываемых культур приводит к ухудшению фитосанитарной ситуации в агроценозе, повышению уровня почвоутомления (Парахин, 2007). От объемов возделывания бобовых зависит эффективность сельского хозяйства в целом, так как они существенно влияют на повышение продуктивности растениеводства, сохранение плодородия почвы (Зотиков, 2007; Морозов, 1996, 2010; Донская, 2017). Остаточное количество биомассы бобовых, поступающие в почву после возделывания, способствует интенсификации всех процессов трансформации азота, что, в конечном итоге, сказывается на сохранении и по-

вышении плодородия почвы (Айтемиров, 2017). Использование в качестве предшественников бобовых культур, выращиваемых на сидерат, позволяет существенно повысить биологическую активность почвы и понизить засоренность (Гурин, 2018, 2019). По данным Постникова П.А. (2019), возделывание гороха в качестве предшественника приравнивается к сидеральному пару (Постников, 2019). Улучшение физических и агрохимических свойств почвы посевами зернобобовых культур способствует реализации продуктивности последующих культур (Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии, 1986; Дебелый, 2012). По данным ряда исследователей (Борисовой, 2016; Галиуллина, 2017; Ткачука, 2017; Pelech L., 2020), корни бобовых обогащают почву фосфором и кальцием, при этом улучшается аэрация почвы. Положительное влияние зернобобовых культур на плодородие почвы возрастает только при насыщении ими севооборота не менее 30 % посевной площади (Айтемиров, 2017). Замена чистых паров занятым горохом паром позволяет значительно увеличить сбор зерна с гектара, повысить содержание белка в урожае и обогатить почву азотом (Хангильдин, 1972).

1.2 Морфологические и биологические особенности гороха (*Pisum sativum* L.) и фасоли (*Phaseolus Vulgaris* L.)

1.2.1 Морфологические особенности гороха (*Pisum sativum* L.)

Горох посевной (*Pisum sativum* L.) – однолетнее растение, относится к семейству бобовые *familia Fabaceae Lindl*, колену виковые (*tribus Viciae Bronn*). Происхождение рода связано с Древним Средиземноморьем, по М.П. Попову, а вхождение в культуру – с Переднеазиатским центром происхождения культурных растений, по Н.И. Вавилову (Макашева, 1979; Makasheva R., 1983). А.И. Говоров выделил 18 эколого-географических групп вида *Pisum sativum* L. из которых наиболее существенные следующие: средиземноморская (сорта Уладовский 303, Чишминский ранний), западноевропейская (сорта Роман, Орлик, Паули), средне-европейская (сорта Капитал, Рамонский 77), сибирская (сорта Тулунский гибрид, Град амурский) (Шаманин, 2013). Семя гороха состоит из зародыша и семенной

кожуры. Под семенной кожурой расположены две семядоли – наиболее крупная часть зародыша. В них сосредоточены запасные питательные вещества, необходимые для питания прорастающей главной его части, состоящие из корешка, стебля и зародышевой верхушечной почки. На семени расположен след от семяножки – рубчик. С одной стороны рубчика находится точечное отверстие – микропиле, через которое прорастает зародышевый корень, с другой стороны – след халазы. Зародышевый корень отходит от зачаточного стебля к микропиле, а верхушечная почка – в противоположную сторону (Макашева, 1975, 1979; Чекалин, 1982, 2003). При прорастании горох не выносит семядоли на поверхность почвы, первым начинает расти зародышевый корень, а затем зародышевая почка. Корень растения гороха стержневой, проникает в почву до 1,5 м, боковые корни расположены преимущественно в рыхлом пахотном слое почвы. На корнях гороха в местах проникновения в них азотфиксирующих бактерий – *Rhizobium leguminosarum* образуются клубеньки. За счет этих бактерий усваивается азот из воздуха и происходит синтез физиологически активных веществ, в том числе и витамины группы В (Волобуева, 2011). Стебель гороха округлый, неясно четырехгранный, внутри полый, легко полегающий. Длина стебля в зависимости от сорта и условий выращивания может быть ниже 50 см (низкий, присущ карликовым формам), 51-80 см (полукарликовые формы), 81-150 см (среднерослые формы) и 151- 300 см (высокорослые формы). Стебель может быть простой или фасцированный: у простого цветки и соответственно бобы расположены более или менее равномерно на определенном расстоянии один от другого, а у фасцированного – узлы сближены, расположены в самом верху плоско расширенной части стебля. Ветвление стебля бывает двух типов – у основания и пазушное вдоль стебля. Обнаружена мутантная линия, у которой боковые побеги растут горизонтально (Blixt S., 1974). Место прикрепления черешка листа и прилистника к стеблю называют узлом, а участок стебля между двумя узлами – междоузлием. Длина междоузлий гороха контролируется генетически и могут быть короткие (значительно короче прилистников, характерны для карликовых форм), укороченные (несколько короче прилистников или почти равно его длине – у полукарликовых

форм), средние (незначительно длиннее прилистников – для среднерослых) и длинные (длиннее прилистников в 1,5 раза и более – для высокорослых форм) (Макашева, 1973).

Узлы от первого низового листа до первого цветка или соответственно боба определяют как непродуктивные, а узлы, от которых отходит цветок или боб, называют продуктивными или фертильными. Количество непродуктивных бобов на главном стебле – сортовой признак, тесно связанный с продолжительностью вегетационного периода (Wellensiek S., 1925). Так, скороспелые сорта имеют 7-11 непродуктивных узлов, среднеспелые – 12-15, позднеспелые – 16-21. Боковые побеги не подчиняются этому правилу, если даже отходят от первых нижних узлов. Чем ближе к основанию главного стебля формируется пазушный боковой побег, тем больше на нем образуются непродуктивных узлов (явление гетерорамии) (Макашева, 1975; Makasheva R., 1983). Лист гороха сложный, обычно состоит из двух широких прилистников, окаймляющих узел стебля и ось листа, на которой расположены супротивно 2-3 пары листочков и 5-7 усиков. Встречаются также другие типы:

- акациевидный – непарноперистый (лист не имеет усиков, оканчивается непарным листочком); если вместо 4-6 имеется 7-15 листочков – многолисточковый;

- усатый (безлисточковый), когда вместо листочков образуются непарноперистые усики;

- многократнепарноперистый – главная многократноразветвленная жилка листа оканчивается 3-5 очень мелкими листочками, без усиков (Bogracheva T., 2004; Clement S., 2009; Clemente A., 2004; Lambrecht H., 1947, 1960, 1962; Wellensiek S., 1959). Прилистник у гороха крупнее листочка, имеет полусердцевидную форму, примерно на 1/3 с зубчатым краем. У окрашенноцветковых форм гороха, за очень редким исключением, в пазухе прилистника имеется антоциановое полукольцо, а иногда пятно; у некоторых форм, чаще всего начиная с 1-го плодущего узла, антоциановое полукольцо бывает двойным (Макашева, 1973). Обнаружены мутанты, у которых прилистники полностью или частично редуцированы.

Растения с усатым типом листа значительно меньше полегают, но по площади листьев уступают растениям с обычным типом листа. Листочки гороха разнообразны по форме: продолговатые, яйцевидные, обратнояйцевидные, переходные от яйцевидных к широкояйцевидным, широкояйцевидные, обратноширокояйцевидные и округлые. В пределах яйцевидной формы при более детальном описании можно различать продолговато-яйцевидную, яйцевидную, кверху суженную, а также ромбоидальную форму (наиболее широкая часть листочка располагается не перпендикулярно к ее оси, а под некоторым углом). Характер края листочка может быть цельнокрайный, зубчатый, пильчатый, пильчато-зубчатый, прерывисто-зубчатый, прерывисто-пильчатый, городчатый; обнаружена мутация гофрированного края. Форму и окраску листочка определяют на уровне 1-2го плодущего узла (122, Федотов, 1960; Макашева, 1975). Окраска листочков является сортовым признаком, хотя и подвержена изменчивости в зависимости от возраста растения и листа, степени плодородия почвы и внесенных под посев удобрений. Различают желтовато-зеленую, светло-зеленую, зеленую, темно-зеленую и сизо-зеленую окраски. Очень редко листочки на зеленом фоне имеют как бы разбрызганные антоциановые пятнышки («кляксы»). Серебристо-серый мозаичный рисунок, который, обычно, сильнее выражен на прилистниках, чем на листочках, является сортовым признаком; редко встречается его отсутствие и наличие густой, почти сплошной серой мозаичности. Растение гороха покрыть восковым налетом, при его отсутствии цвет приобретает более яркий изумрудный оттенок. Цветонос отходит от пазухи прилистника, несет 1-2, реже 2-3, редко более цветков. У части окрашенноцветковых форм гороха цветонос имеет антоциановую пигментации, в очень редких случаях цветонос желтый (восковый). Длина цветоноса – более или менее постоянный признак, обычно сравниваемый с длиной прилистников. Различают цветонос: очень короткий (почти сидячий); короткий, примерно на 1/3 короче прилистника; средний, более или менее равный длине прилистника; длинный, превышающий прилистник; очень длинный, превышающий прилистник примерно в 2 раза и более. Соцветие гороха – кисть; у фасцированных форм – ложный зонтик. Цветок мотылькового типа разной вели-

чины и окраски. Венчик состоит из 5 лепестков: паруса (флага), 2 крыльев (весел) и лодочки, образованной в результате срастания 2 лепестков. Цветки обычно крупные, длина паруса 23-27 мм. По месту срастания лодочки, как правило, образуется вырост, называемый килем. Парус обратно-широкояйцевидный или суженный, как бы срезанный в нижней части. По средней линии имеет незначительную, среднюю или довольно большую выемку, реже она отсутствует. В центре выемки имеется небольшой, средний или довольно большой отросток, редко его нет (Vilmorin P., 1910; Rasmusson J., 1935; Rovlands D., 1964). Крылья удлинено-серповидные, расширенная часть их бывает очень широкая (ширина значительно больше, чем длина), широкая, почти округлая (более или менее равны по ширине и длине), или суженная (длина больше, чем ширина). Лодочка обычно бесцветная, но у ряда окрашенноцветковых форм гороха имеет более или менее интенсивную антоциановую пигментацию только по килю или боковой поверхности (Макашева, 1979). Парус, обычно, окрашен несколько слабее, чем крылья, поэтому окраску венчика определяют по крыльям. У сортов зернового или овощного использования окраска венчика белая, у кормового и сидерального – розовая, кармазиновая, красно-пурпурная, красно-фиолетовая, грязно-фиолетовая. Чашечка сростно-листная, по форме колокольчатая, с верхней стороны вздутая, с 5-ю зубцами; два верхних зубца значительно шире, чем три нижних. Тычинок 10, одна из них свободная, но тесно прилегает к завязи, остальные 9 – срастаются, образуя тычиночную трубку. Завязь почти сидячая, семяпочек 10-12 штук. Столбик равен или короче завязи, у основания изогнут внутрь почти под прямым углом к ней, расширенный, с изогнутыми вниз краями; желобчатый, вверху сдавленный с боков, с внутренней нижней стороны опушенный; рыльце верхушечное, косо резанное (Макашева, 1973).

Плод – боб, состоит из 2 створок, но развивается из одного плодолистика (карпеллы). У луцильных сортов створки имеют внутренний жесткий, так называемый пергаментный, слой, состоящий из 2-3 слоев, одревесневших и 1-2 рядов не одревесневших клеток. У сахарных форм (овощное направление) створки боба не имеют пергаментного слоя, у полусахарных – пергаментный слой развит слабо

или частично, отдельными участками в виде полосок. Наличие пергаментного слоя обуславливает легкую растрескиваемость бобов при пересыхании, а отсутствие его – плохую обмолачиваемость семян (Говоров, 1930, 1937; Макашева, 1971, 1973, 1979). Бобы имеют различную форму и размер. Бобы бывают прямые с тупой, заостренной или оттянутой верхушкой, слабоизогнутые с тупой или заостренной верхушкой, изогнутые с тупой или заостренной верхушкой, саблевидные с тупой или заостренной верхушкой, серповидные с заостренной верхушкой, вогнутые с тупой верхушкой. Кроме этого, сахарным сортам присущи четковидная и мечевидная формы. Форму боба определяют в период технической или силосной спелости, когда боб на 1-м плодущем узле уже достиг характерного для сорта размера, а на створках еще не появилась сетка, характеризующая конец технической спелости (Макашева, 1973). Окраска незрелого боба также сортовой признак; она бывает желтой (восковой), светло-зеленой, зеленой, темно-зеленой или у некоторых окрашенноцветковых форм фиолетовой (с освещаемой стороны по контуру семян или в виде полос, а иногда сплошной по всей створке). Окраска зрелого боба может быть светло-желтая, бурая, редко фиолетово-бурая. По размеру различают бобы мелкие (3-4,5 см), средние (4,5-6 см), крупные (6-10 см) и очень крупные (10-15 см). Выполненность боба может быть малая (число семян в бобе 3-4), средняя (5-6) и большая (7-12) (Макашева, 1973). Семена различаются по крупности, форме и окраске. Крупность семян – сортовой признак. К мелким относятся семена с диаметром 3,5-5 мм (масса 1000 семян менее 150 г), средним 5-7 мм (150-250 г), крупным 7-10,5 мм (более 250 г). По форме семена бывают округлые (сферические), угловато-округлые, угловатые, овально-удлиненные, шаровидные, плоско-сдавленные параллельно рубчику, квадратно-сдавленные перпендикулярно рубчику (барабанчикам), неправильно-сдавленные. Поверхность семян может быть гладкой, с вдавливаниями, морщинистая и прерывисто-морщинистая. В соответствии с этим семена называют гладкими, со вдавливаниями, мозговыми и переходными к мозговым. Семена сортов гороха зернового использования обычно имеют светло-желтую, желто-розовую, реже зеленую, очень редко оранжевую (восковую) или оливковую окраску. Семена сортов гороха

овощного использования характеризуются преимущественно сизо-зелеными семенами, иногда – желто-зелеными, желтыми и очень редко – оливковыми. Зеленые семена ряда сортов легко «выцветают» (желтеют) при простаивании растений на корню или при сушке на свету (Федотов, 1960; Макашева, 1975; Хангильдин, 1975). Семена сортов кормового и сидерационного использования обычно окрашены. Они имеют однотонную окраску: однотонно-бурую (у свежееубранных семян желтовато-серая, зеленовато-серая, желто-серая, жёлто-бурая, при хранении, становятся темно-коричневыми), иногда с «румянцем» или желто-рыжим оттенком, сине-малиновую, темно-фиолетовую до почти черной. На них бывает одинарный рисунок – фиолетовая крапчатость, пятнистость, чаще всего расплывчатая полосатость в виде фиолетовых мазков различной величины на желтовато-буrom и зеленовatom фоне, бурая мраморность; двойной рисунок – буро-мраморный сочетается с фиолетовой крапчатостью, пятнистостью или полосатостью. В зависимости от генетических факторов окраска семени может быть не сплошной, а частичной. Все эти типы окраски семян сочетаются с окраской рубчика семени. У белоцветковых форм гороха рубчик обычно светлый (желтовато-белый), очень редко - черный, но никогда не бывает бурым. Окрашенноцветковые формы характеризуются бурым (от светло-бурого до темно-коричневого) или черным рубчиком, но не имеют светлого рубчика (Макашева, 1975, 1979).

1.2.2 Биологические особенности гороха (*Pisum sativum* L.)

Горох – растение умеренного климата; он относительно мало требователен к теплу. Минимальная температура прорастания 1-2 °С. Однако, биологический минимум, необходимый для нормального развития всходов и формирования вегетативных органов – на уровне 4-5 °С. При минимальной температуре прорастание семян идет медленно (12-20 сут.), энергия прорастания очень низкая; при этом у многих сортов западноевропейской агроэкологической группы, резко снижается всхожесть. С повышением температуры до 10 °С семена гороха зернового использования прорастают в течение 5-7 суток. (Степанов, 1949; Макашева, 1979). Оп-

тимальная температура в период «посев-всходы» – 14-15 °С, коэффициент корреляции между среднесуточной температурой и длительностью периода «посев-всходы» в условиях достаточной обеспеченности влагой и воздухом высокий: $r = -0,80$ и $-0,98$ соответственно. Всходы большинства сортов могут переносить кратковременные заморозки до -4 -6 °С. При достаточной влагообеспеченности в период от посева до всходов гороху требуется сумма активных температур от 120 до 166 °С. В годы с низкими запасами продуктивной влаги в почве перед посевом появление всходов задерживается и при высоких среднесуточных температурах. В результате необходимая сумма активных температур за период «посев-всходы» резко возрастает (до 226 °С). Окрашенноцветковые сорта гороха (пелюшки) в связи с наличием антоциановой пигментации более устойчивы к пониженным температурам, чем белоцветковые, в связи с чем они более предпочтительны для выращивания в северной части ареала культуры. Сумма необходимых положительных температур до цветения изменяется в зависимости от срока посева. Меньше всего требуется тепла при раннем сроке сева, несколько больше — при среднем, а больше всего – при позднем сроке сева. Оптимальная температура в период вегетативного роста – 12-16 °С. Формирование генеративных органов и цветение могут проходить при среднесуточной температуре воздуха 6-7 °С, но оптимальная температура для этой фазы развития – 18-22 °С (Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха: Методические рекомендации, 2009). Высокие значения суммы активных температур отрицательно сказываются на формировании высоких урожаев, существенно снижая продуктивность растений (Дрозд, 1963, 1965; Коробова, 2018). При температуре выше 25 °С рост замедляется, а после 35 °С прекращается (Дрозд, 1971; Макашева, 1973). Как при низкой температуре (ниже 10 °С), так и при температуре, близкой к максимальной (35 °С), возрастает степень поражения гнилостными бактериями и другими микроорганизмами, что приводит к резкому снижению полевой всхожести семян. Однако в пределах культуры имеются значительные различия в отношении к теплу в зависимости от агроэкологической принадлежности. Например, сорта западноевропейской группы, имеющие средние мозговые семена, прорастают при минималь-

ной температуре в 3-6 °С, а с крупными мозговыми семенами - при 6-8 °С. Соответственно, выше и биологический минимум (можно полагать, на 3-5 °С) (Хвостова, 1975; Макашева, 1979). Сумма положительных температур, необходимая для созревания гороха, зависит от агроэкологической принадлежности, сорта, почвенно-климатических и погодных условий. В опытах географических посевов ВИРа для созревания сорта Капитал эта сумма была 1352 °С в Приладоге, а в Полтавской области – 1909 °С (Адамова, 1976; Макашева, 1979). Важное значение имеют признание величины эффективных температур по фазам вегетационного периода. Согласно Зубковой Н.З. (1963), для фазы «посев-всходы» эффективны температуры выше 0 °С, в период «всходы-цветение» – выше 5 °С, в период «цветение - созревание» – выше 7 °С. Дебелый Г.А. и др. (2005) также отмечают, что культура отличается неприхотливостью, устойчивостью к стрессовым факторам, таким как: заморозкам (до -5 °С), засухе, хорошо растет на песчаных, супесчаных и суглинистых почвах (Чекалин, 2009).

Горох довольно требователен к воде, для набухания семян гороха и для начала ростовых процессов требуется в основном 100-110 % влаги от их массы. По данным Водяновой (1968), для набухания семян отдельных образцов гороха достаточно 67 % влаги, однако мозговым семенам овощных сортов необходимо не менее 120 % воды от их массы (Макашева, 1973). При низкой влагообеспеченности верхних слоев почвы (0-10 см) быстрее появляются всходы у сортов с округлыми, сравнительно мелкими семенами (масса 1000 семян до 200 г). У крупносеменных сортов (масса 1000 семян более 250 г) и сортов с неправильной формой семян появление всходов затягивается вследствие более высокой потребности во влаге. Для формирования 1 кг сухой массы гороха в зависимости от сорта и условий выращивания необходимо 235-1658 кг воды (чаще всего 400-450 кг) (Макашева, 1973). Критический период в отношении недостатка влаги охватывает фазы от начала закладки генеративных органов до полного цветения (Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха: Методические рекомендации, 2009). Имеются формы, относительно устойчивые к засухе в течение всего вегетационного периода и лишь в определенные фазы развития (Макашева,

1973). Исследованиями Давлетова Ф.А., Гайнуллиной К.П., Ашиевым А.Р., Новиковой Л.Ю. (2014) было установлено, что в условиях повышенного притока тепла и интенсивного испарения влаги ростовые процессы затормаживаются, а развитие, напротив, ускоряется, в результате чего растения гороха формируются низкорослыми. Жаркая погода при отсутствии атмосферных осадков в период бутонизации и цветения приводила к образованию малого количества цветков и низкой завязываемости семян в бобах. При этом на растениях образовывалось малое количество бобов (в 3 раза меньше, чем в благоприятных условиях) и семян с низкой массой (в 3-3,5 раза меньше, чем в благоприятных условиях). Менее устойчивы к водному стрессу безлисточковые (усатые) и короткостебельные сорта гороха по сравнению с листочковыми, средне- и длинностебельными. Излишнее увлажнение горох переносит удовлетворительно, но во влажные годы сильно затягивается период вегетации. Избыток осадков приводит к излишнему росту надземной биомассы, вследствие чего агроценоз полегает, затрудняется продукционный процесс, снижается продуктивность. Лучшая влажность почвы для гороха – около 80% от полной влагоемкости. Неглубокое залегание грунтовых вод (менее 70-75 см) отрицательно сказывается на урожае, ухудшая условия аэрации. Горох отзывчив на полив. По данным Фетисова И.М.(1960), в Волгоградской области в среднем за 3 года в контроле урожай семян гороха составил 6,5 ц/га, зеленой массы – 72,0 ц/га, а при поливе (влажность почвы перед поливом 80% предельной влагоемкости) – соответственно 37,6 и 193,0 ц/га. Большое значение имеет поддержание влажности почвы перед поливом не ниже порога (70% для светло-каштановых почв в Волгоградской области), когда подвижность почвенной влаги резко падает. Исследования в Татарском НИИСХ в течение 11 лет показали, что на урожай гороха большое влияние имеет благоприятный ГТК в период «всходы-цветение». Орошение ведет к некоторому снижению накопления белка в семенах, однако при внесении полного минерального удобрения содержание белка повышается (Макашева, 1973).

В целом горох – культура длинного дня, при продолжительности дня 14-16 часов растения хорошо растут, лучше развиваются и быстрее созревают, чем при

укороченном дне. В пределах вида встречаются формы с разной фотопериодической реакцией, которая тесно связана со спектральным составом света. Преобладание длинноволновых лучей ускоряет развитие растений. Горох чувствителен к интенсивности освещения. При повышенной интенсивности возрастают облиственность, высота и продуктивность растений, улучшается развитие корневой системы, сокращается период вегетации (Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха: Методические рекомендации, 2009).

Горох – облигатный самоопылитель, однако в условиях жаркой и сухой погоды иногда происходит и перекрестное опыление. Пространственная изоляция в 50 м достаточна для предотвращения переопыления сортов.

1.2.3 Морфологические особенности фасоли (*Phaseolus Vulgaris L.*)

Согласно последним исследованиям, род *Phaseolus L.* насчитывает 50-70 видов (Evans A.M., 1980). Наиболее важны в экономическом отношении однолетние виды фасоли *P. vulgaris L.* – фасоль обыкновенная, *P. lunatus L.* – лимская, *P. coccineus L.* (*P. multiflorus Lam.*) – огненная (многоцветковая), *P. acutifolius A Gray* – остролистная. Н.И. Вавилов центром происхождения фасоли обыкновенной *Phaseolus Vulgaris L.* считал Южную Мексику и Центральную Америку, вторичным же очагом происхождения – Южную Америку. По происхождению виды фасоли резко разделяются на две географические группы: американские крупносемянные виды: фасоль обыкновенная – имеет кустовые и вьющиеся формы; фасоль огненная (многоцветковая) фасоль – с длинным вьющимся стеблем, белыми и красными цветками и очень крупными семенами; остролистная – тепари – имеет сравнительно мелкие семена, засухоустойчивая; лимская – имеет бобы короткие, плоские, полулунные, 2-3х семяные, легко растрескиваются; и азиатские мелкосемянные виды, имеющие цилиндрические бобы без клювика и мелкие многочисленные семена: фасоль золотистая (маш), фасоль угловатая (Паркина, 2017). *Phaseolus vulgaris L.* – фасоль обыкновенная – основной возделываемый полиморфный вид, состоящий из однолетних, иногда двух- и многолетних лиан, вью-

щихся и стелющихся с тонкими ветвями. Иванов Н.Р. (1961) разработал классификацию фасоли обыкновенной, построенную с учетом морфологических, биологических, экологических признаков и географического распространения (Иванов, 1961). Установлено 30 экотипов, различающихся по продолжительности вегетации, биологии цветения, высоте растения, типу роста и распространения (Шамагин, 2013; Казыдуб, 2017). Наиболее широкое распространение имеют два подвида: *subsp. vulgaris* и *subsp. nanus* L. Ascher. В первый отнесены все образцы с неограниченным индетерминантным стеблем, во второй – с ограниченным детерминантным (Carde, 1972). В производстве используют в основном кустовые формы, полученные в результате мутации из вьющихся. Фасоль отличается большим полиморфизмом признаков и свойств. Их генетическое изучение еще недостаточно полное, несмотря на большой список генов.

Фасоль обыкновенная – травянистое растение. Корневая система стержневая с многочисленными корнями второго-пятого порядков. Большая их часть сосредоточена в верхнем слое (20 - 25 см), а стержневой корень может проникать в почву на глубину до метра. В верхней части корневой системы и в радиусе до 10 см от главного корня формируется симбиотический аппарат. Фасоль обыкновенная способна вступать в симбиоз с широким спектром азотфиксирующих клубеньковых бактерий, большая часть которых представлена различными видами рода *Rhizobium*. Выбор микросимбионта обусловлен разными внешними и внутренними факторами, один и тот же генотип (группа штаммов) ризобий может вступать в симбиоз с разными сортами бобового растения с неодинаковой эффективностью (Волобуева, 2016), что свидетельствует о сорт-штаммовой специфичности данных растительно-микробных взаимодействий (Хапчаева, 2019). При благоприятных условиях на одном растении образуется от 200 до 500 шаровидных клубеньков диаметром 2-4 мм (иногда до 6 мм).

Стебель фасоли травянистый, слабо древеснеющий у основания. Различают формы с индетерминантным ростом стебля (сюда относятся все примитивные формы, свободно вьющиеся по деревьям и кустарникам) и с детерминантным (кустовые формы, пригодные для механизированной уборки). Среди детерминант-

ных встречаются сорта с прямостоячей и раскидистой формой куста, а также завивающейся (нутирующей) верхушкой. Высота стебля кустовых форм 30-50 см, у вьющихся – до 2-5 м и выше. Длина гипокотила у лучших форм достигает 7 см, эпикотила – 6 см. Эти показатели определяют высоту прикрепления нижнего боба, что важно для технологичности культуры (Частная селекция полевых культур, 1990; Тихончук, 2009).

Семена фасоли обыкновенной состоят из двух семядолей, которые при прорастании она выносит на поверхность почвы. Первыми появляются примордиальные листья – два простых однолисточковых листа, расположенных супротивно. Они могут быть яйцевидной или широкояйцевидной формы, окраска их от светло- до темно-зеленой, иногда с розовым или фиолетовым антоцианом. В дальнейшем на растении появляются настоящие тройчатые листья – яйцевидно-заостренные, различной величины, листочки длиной 6-15 см. Форма среднего листочка может быть округло-продолговатой, сердцевидно-продолговатой, ромбоидальной, ромбоидально-яйцевидной, широкояйцевидной. Верхушка – тупая, острая или оттянутая. Крайние листочки асимметричны, но имеют одинаковую форму. У фасоли известны мутанты с однолистковыми настоящими листьями и ланцетовидными. Окраска листьев светло-зеленая, желто-зеленая, зеленая, темно-зеленая, антоциановая. (Частная селекция полевых культур, 1990).

У фасоли бывают растения с морщинистыми листьями насыщенно темно-зеленой окраски, а также пестрой окраски. Размеры общих листьев и форма отдельных листочков – признак наследственный, который может сильно изменяться в зависимости от условий выращивания. Стебель и листья опушенные в разной степени. Настоящие листья располагаются по стеблю спирально (Тихончук, 2009).

Цветоносы кистевидные, пазушные, редко верхние, с 2-8 (иногда до 12) парно расположенными цветками, имеющими длинные цветоножки. Цветочная кисть у фасоли может быть простой и разветвленной, короткой или длинной (5-7 междоузлий вместо обычных 2-3). Цветки обоеполые, мотылькового типа пятилепестковые: парус, два крыла и два сросшихся лепестка-лодочки. Тычинок десять. Девять тычинок срослись в виде трубочки, а десятая свободная. Цветки крупные и

средние. Венчики белые, розовые, бледно-розовые, светло-фиолетовые и темно-фиолетовые. Встречаются цветки с двухцветной окраской. Наблюдается корреляция между окраской цветков и семян. Белосемянные формы имеют белые цветки, черносемянные – фиолетовые, красносемянные – розовые. Цветки распускаются утром, каждый живет 2 - 3 суток (Казыдуб, 2013). Фасоль обыкновенная – факультативный самоопылитель с редким переопылением (Крылова, 1965). У вьющихся сортов фасоли, независимо от вида, цветение начинается с нижних узлов и идет к верхушке. У кустовых форм с ограниченным ростом первые цветки раскрываются на самом нижнем узле верхушечной кисти. Затем цветение становится массовым.

Плоды фасоли – бобы, сильно варьирующие по длине и ширине (длина от 5 до 25 см, чаще 10-12 см; ширина 0,6-2,0 см). По форме бобы бывают прямые или изогнутые, мече-, сабле-, серповидные; плоские, цилиндрические или четковидные; гладкие или морщинистые с коротким или длинным, прямым или изогнутым носиком. В зависимости от наличия в толще створок бобов пергаментного слоя различают луцильные, у которых этот слой хорошо развит, полусахарные, обладающие слабо- или позднеобразующимся пергаментным слоем и сахарные, или спаржевые, без пергаментного слоя сорта. У луцильных сортов пергаментный слой развивается рано, и толщина его бывает значительной от 1/10 до 1/20 толщины створки бобов. Поэтому для употребления в пищу в зелёном виде они не пригодны. У полусахарных сортов пергаментный слой формируется сравнительно поздно и составляет 1/20 часть толщины створки боба. В связи с этим бобы грубеют позже и до огрубения могут употребляться в пищу. Пергаментный слой у сахарных сортов бывает очень тонким, а у некоторых почти отсутствует. Благодаря этому бобы сахарных сортов остаются нежными и пригодными в пищу до тех пор, пока не сформируются семена. Бобы этих сортов не растрескиваются, но с трудом обмолачиваются (Голбан, 1982). Наличие волокна у незрелых бобов может быть выражено в разной степени – от слабой волокнистости до сильной. Окраска незрелых бобов бывает желтая (восковая), бледно-желтая, зеленая различных тонов, красная, с красно-фиолетовыми пятнами, антоциановая, пестро-

окрашенная с карминовыми или фиолетовыми пятнами. Окраска зрелых бобов в зависимости от сорта может быть соломенно-желтой, зеленоватой, бурой или кремовой (Плетнева, 2019).

Форма зерен фасоли – признак слабоизменчивый, чаще всего встречаются семена удлиненные или цилиндрические, сжатые или почковидные, яйцевидные или шаровидные. Этот признак положен в основу деления обыкновенной фасоли на разновидности. Внутривидовая классификация О. Comes (1909) основана на форме и окраске семян. По форме делят семена фасоли на четыре разновидности:

1. *Var. ellipticus* (Mart.) Comes, семена эллиптические (яйцевидные). Их длина не более чем в 1,5 раза больше ширины, толщина приблизительно равна ширине.

2. *Var. oblongus* (Savi) Comes, семена вальковатые (цилиндрические, удлиненные), длина которых в два раза больше ширины, толщина приблизительно равна ширине.

3. *Var. compressus* (DC) Comes, семена почковидные (сплюснутые, сжатые) с длиной в 1,5 раза больше ширины, толщина – $1/3$ – $1/4$ длины.

4. *Var. sphaericus* (Mart.) Comes, семена округлые (сферические), напоминающие шар с одинаковой шириной и толщиной.

Окраска семян – признак полигенный. Семена фасоли могут быть одноцветные и разноцветные различной окраски – от белой до темно-фиолетовой. По характеру рисунка на семени различают следующие типы разноцветных семян: точечный – мелкие, округлые пятнышки определенного цвета, равномерно расположенные на поверхности семян; пятнистый – на основном фоне выделяется одно крупное пятно, иногда с несколькими мелкими пятнышками; пестрый – пятна различной величины, беспорядочно расположенные на поверхности семян; полосатый – зебровидные, более или менее параллельные линии или полосы, иногда расходящиеся и прерывающиеся; мозаичный – семена с мозаичным рисунком; точечно-пятнистая – сочетание двух типов точечного и пятнистого; точечная, или леопардовая, и др. (Казыдуб, 2017). По массе 1000 семян формы фасоли разделяются на три группы: с мелкими семенами – до 200 г, средними – 200-300 г и круп-

ными – более 300 г. По окраске, форме и размерам семян фасоль делится на 3 типа, включающих в себя 12 подтипов: белая (бомба, перловка, белая овальная, змейка, рачки, лопата), цветная однотонная (зеленая разных оттенков, коричневая, красная, другие однотонные окраски) и цветная пестрая (пестрая светлая, пестрая темная) (Иванов, 1961; Голбан, 1982).

1.2.4 Биологические особенности фасоли (*Phaseolus Vulgaris L.*)

Фасоль принадлежит к растениям, наиболее требовательным к свету – она не выносит затенения. Особенно это касается начальных периодов роста, когда при недостатке освещенности молодые растения вытягиваются, при этом снижается их урожайность. Фасоль обыкновенная относится к растениям короткого дня. Однако в процессе селекции были получены формы, не реагирующие на длину дня – нейтральные (Kornegay J., 1993). Исследованиями Буравцовой Т.В. с соавторами (2012, 2014) показано, что возделывание фасоли доходит до 60 - 70° с. ш. и 85° ю. ш. Недостаточное количество тепла – основной лимитирующий фактор для продвижения культуры на север. Доказано, что на длительность периода «всходы - созревание» наибольшее влияние оказывает средняя эффективная температура воздуха за период устойчивого перехода температур через 15 °С (Вишнякова, 2014). Сорта, обладающие нейтральной фоточувствительностью, при низком температурном режиме менее затягивают цветение. Выявлена прямая зависимость продолжительности вегетации скороспелых сортов от температуры воздуха, несмотря на различную длину дня (Иванов, 1961). Исследованиями Р. N. Massaya и J. W. White (1991) показано, что с повышением температур на длинном дне высокочувствительные генотипы задерживают цветение в прямой зависимости от длины дня и температуры (Massaya P., 1991). Для созревания фасоли необходимая сумма активных температур – 1450 - 1550 °С, сроки посева – не позднее 5 июня (Буравцева и др., 2014). Фасоль – теплолюбивое растение, относится к культурам позднего срока сева. Семена прорастают при 10 °С, а всходы появляются лишь при 12-13°С, оптимальная температура прорастания – 15-22 °С (Тихончук, 2009).

Всходы фасоли совершенно не выдерживают даже кратковременных заморозков (Абхазова, 1975; Болотских, 2006; Казыдуб, 2010; Ваемер К., 1988), однако встречаются формы, которые начинают прорастать при температуре ниже обычной на 2-3 °С, и выдерживают заморозки до минус 2 °С. (Бадина, 1974). Оптимальная температура в период бутонизации и цветения 20-25 °С. Недостаток тепла и дождливая погода, как и слишком высокий температурный режим (плюс 35-40 °С) в генеративный период являются причиной опадения цветков. Продолжительность вегетационного периода скороспелых сортов составляет менее 70 дней с суммой активных температур меньше 1300 °С, среднеспелых – 71-95 дней с суммой активных температур 1301-1500 °С, позднеспелых – более 95 дней с суммой активных температур более 1500 °С. Для овощных сортов выделяют девять групп спелости от ультраскороспелых (46 дней от всходов до технической спелости) до очень поздних (более 95 дней) (Тихончук, 2009).

Фасоль требовательна к содержанию влаги в почве и относится к среднеустойчивым культурам по отношению к засухе; растения хорошо отзываются на орошение. Оптимальная влажность почвы для развития фасоли 65-70 % от предельной влагоемкости. Болгарскими исследователями установлено, что при орошении фасоли влажность почвы на глубине 0-60 см следует поддерживать в пределах 70% ППВ, а с начала цветения и до созревания – 80% (Пылов, 1975; Зиганшин, 1985). Наибольшую потребность в обеспеченности влагой растения испытывают в период прорастания семян, а также в фазы цветения и образования бобов; в это время влажность почвы должна быть не ниже влажности разрыва капилляров. В период набухания и прорастания необходимо 100-110 % воды от массы семян. Во время вегетации она лучше переносит раннюю засуху, чем позднюю, в период налива зерна. Критическим по отношению к влаге в развитии фасоли является период от цветения до созревания (Гордиенко, 1962; Стаканов, 1986). Фасоль плохо переносит избыточное увлажнение; на фоне пониженного температурного режима растения сильно поражаются грибными заболеваниями и ухудшается качество семян (Седов и др., 1972). Фасоль довольно требовательна к условиям произрастания и минеральному питанию, по сравнению с другими зер-

нобобовыми культурами. Она не выносит близкого стояния грунтовых вод, кислых и заплывающих почв. По данным многих исследователей, высокий урожай фасоли формируется на хорошо оструктуренных, рыхлых почвах со слабокислой или близкой к нейтральной реакции среды, оптимальная величина рН находится в пределах от 6 до 7 (Тихончук, 2009). Лучшими для нее считаются супесчаные и суглинистые почвы, богатые органическими и минеральными веществами.

Фасоль – факультативный самоопылитель с редким переопылением, опыление происходит в еще не раскрывшемся цветке (Крылова, 1965). Отмечены случаи перекрестного опыления с участием насекомых, естественная гибридизация составляет 4,5-5 %, иногда достигает 15 % и возрастает с севера на юг. Процент естественной гибридизации зависит от сорта, погодных условий и наличия насекомых-опылителей (Декапрелевич, 1965; Иванов, 1961; Тедорадзе, 1970). Потенциальная продуктивность фасоли велика, на одном растении образуется до 150 - 200 цветков, но при этом бобы образуют не более 20 – 40 % из них, причем у детерминантных сортов больший процент образования бобов, чем у индетерминантных (Анчербанк, 1968; Лагутина, 1985; Стаканов, 1986; Казыдуб, 2013, 2016).

1.3 Современные направления и задачи селекции зернобобовых культур

Зернобобовые культуры имеют большое продовольственное, кормовое и агротехническое значение. В первую очередь, это высокобелковые диетические продукты, содержащие также углеводы, минеральные соли, витамины и микроэлементы, необходимые для качественной жизни человека. Обогащая почву доступными формами азота за счет азотфиксации, зернобобовые культуры являются одними из лучших предшественников для большинства культур севооборота. Немаловажная роль им принадлежит и в системе кормопроизводства. Однако к сортам всех направлений предъявляются общие требования: высокая и устойчивая урожайность по годам, хорошее качество продукции, удовлетворяющее цели их воспроизводства, устойчивость к наиболее распространенным болезням и вредителям. В настоящее время в связи с меняющимися климатическими условиями,

участившимися экстремальными явлениями, важно иметь в наличии сорта и сортотехнологии, позволяющие поддерживать производство на должном уровне. Техногенные загрязнения внешней среды снижают адаптивность возделываемых сортов, что становится предпосылкой изменения направления селекции и решения новых задач. На современном этапе селекция должна проводиться с учетом специфики почвенно-климатических условий зон возделывания определенного сорта и запросами производства. В Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в 2020 году, основная масса представленных сортов (81 % сортов гороха и 96 % сортов фасоли) принадлежит российской селекции.

1.3.1 Современные направления и задачи селекции гороха

В использовании гороха как полевой культуры различают три основных направления: продовольственное (зерновое и овощное), зернофуражное и укосное. В соответствии с этим выделяют и три направления селекции. Одним из наиболее важных общих требований, предъявляемых ко всем сортам гороха, является приспособленность к почвенно-климатическим условиям районов его возделывания. Возможность реализации потенциала генотипа включает широкий круг вопросов: продолжительность вегетационного периода, биологическую пластичность, соответствие биологии растений особенностям почвенного питания и факторам гидротермического режима, устойчивость к неблагоприятному сочетанию элементов погоды, устойчивость к грибным и бактериальным болезням, устойчивость к вредителям, устойчивость к растрескиванию бобов и осыпанию семян (Панина, 1965; Макашева, 1973; Вербицкий, 1990; Дебелый, 2012). Наиболее приспособленные к условиям возделывания местные сорта, ими нельзя пренебрегать в ходе селекции (несмотря на их низкую урожайность), так как их приспособленность к местным условиям формировалась в ходе всей истории и создания этих сортов (Хангильдин, 1972; Макашева, 1973; Вербицкий, 1990). Выведение новых сортов также предусматривает повышение стабильности урожая по годам и роста общего потенциала продуктивности. В настоящий момент отмечается

необходимость не только в универсальных сортах для многоцелевого использования, но и в отселектированных для продовольственных, зернофуражных, зерноукосных целей (Зеленов, 2015). Отличительной чертой селекции гороха за последние годы стало создание принципиально новых морфотипов. В настоящее время более 60 % сортов короткостебельные, детерминантные, с усатым типом листа, с неосыпающимися семенами. Все они отличаются объединением ряда рецессивных генов, что резко повышает требования к семеноводству (Хангильдин, 1984; Зотиков, 2020). Так, благодаря успешно проведенной специальной программе «Тенакс», были получены сорта с не осыпающимися семенами. Однако насущной проблемой остается наличие относительно короткостебельных сортов с оптимальным листовым аппаратом. У современных сортов видоизменен и габитус, и архитектура. Выведение сортов с усатым типом листа стало прорывом в решении вопроса полегаемости агроценозов (Вербицкий, 1994). Перспективным направлением в селекции гороха является создание оригинальной гетерофильной формы «хамелеон» (автор А.Н. Зеленов), характеризующейся ярусной разнокачественностью листьев и детерминантной формы «люпиноид» (автор В.Н. Уваров) с многоплодным апикальным цветоносом (Зеленов, 2011). Устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам можно моделировать путем морфофизиологических изменений (Вишнякова, М.А, 2008). По данным Кондыкова (2002), во Всероссийском НИИ зернобобовых и крупяных культур создан селекционный материал, сочетающий детерминантность роста люпиноидного типа, полукарликовый стебель и усатость с высокой семенной продуктивностью. Скороспелый идеотип гороха для Приазовья предусматривает минимальные повреждения растений ввиду не совпадения циклов развития растения-хозяина и вредителя (Вербицкий, 2002). Успехи селекции короткостебельных сортов определяются тем, что такие растения характеризуются более толстыми и плотными междоузлиями, имеющие развитую транспортную и механическую системы (Амелин, 1991, 1999, 2001, 2002). Наличие сортов, объединяющих в своем генотипе безлисточковость с детерминантным типом роста и неосыпаемостью позволяет вывести культуру на более высокий уровень технологичности, а это в свою очередь, способствует макси-

мальной реализации биологического потенциала продуктивности гороха (Зотиков, 2020). Приспособленность сортов к механизированной уборке является строгим условием при их выращивании в больших масштабах. Интенсивные сорта должны иметь высокую отзывчивость к условиям повышенного агрофона, в частности к удобрениям, стимуляторам роста, орошению.

Большое внимание уделяется выведению скороспелых сортов. Производственной практикой доказано, что среднеспелые и среднепоздние сорта обладают большей потенциальной продуктивностью, однако при неблагоприятных погодных условиях в период налива и уборки они резко снижают урожай. (Федотов, 1960; Генералов, 1964). Скороспелые сорта лучше используют осенне-зимние запасы влаги, меньше повреждаются вредителями, поражаются болезнями, реже страдают от засухи. (Зеленов, 1982; Вербицкий, 1990; Давлетов, 1997). Не менее важной проблемой в селекции является устойчивость сортов к болезням и вредителям. Наличие устойчивых сортов к основным грибным и бактериальным болезням является важнейшим звеном в интегрированной системе защиты растений. Вследствие сопряженной эволюции хозяина и паразита опережающая селекция на иммунитет и в дальнейшем будет одной из главных задач (Вавилов, 1966; Фадеева, 2001; Чекалин, 2003).

Симбиотическая селекция нацелена на усиление азотфиксирующей способности гороха, а также на использование симбиоза с арбускулярной микоризой. Высокая степень наследуемости симбиотических признаков и прямая связь между азотфиксирующей активностью и урожайностью растений свидетельствует в пользу результативности симбиотической селекции (Вишнякова, 2008). К сожалению, современные сорта интенсивного типа не всегда способны взаимодействовать с полезной микрофлорой и демонстрируют резкое снижение способности к симбиозу относительно диких форм и собственного генетического потенциала, поскольку селекция растений, как правило, осуществляется на фоне достаточного обеспечения азотом, что приводит к обеднению популяции по наследственным факторам, определяющим способность полноценно развиваться за счет симбиотрофного питания (Проворов, 2001). За счет селекции бобовых и совершенствования

ния технологий применения микробных препаратов интенсивность азотфиксации можно увеличить на 300 % (Проворов, 2003). Это же закономерно для эндомикоризного симбиоза. Поэтому восстановление симбиотического потенциала растений, утраченного в процессе адаптации к условиям культурного агроценоза, относится к наиболее актуальным задачам селекции (Якоби, 2000). У гороха направление использования сортов соотносится с агроэкологической дифференциацией: зерновые принадлежат к средиземноморской и среднеевропейской агроэкологическим группам, овощные – к среднеевропейской и западно-европейской, кормовые (для них характерна широкая экологическая амплитуда) относятся к афганской, закавказской, псевдоазиатской, среднеевропейской и северной группам (Макашева, 1979).

К сортам продовольственного использования предъявляются очень строгие требования в отношении товарных качеств, которые определяются крупностью, формой, окраской и выравненностью семян. Зерновые сорта должны иметь высокую семенную продуктивность, предпочтительны сорта с крупными шаровидными семенами с высокой (80-96 %) их выравненностью. Окраска семян должна быть однотонной, желательно розовато-желтой или сизо-зеленой. Технологические качества семян должны обеспечивать высокий выход крупы, лущеного и дробленого продукта; равномерную и хорошую разваримость, что зависит от крупности семян, толщины семенной оболочки и от биохимического состава; отношение веса разваренного гороха к исходному весу (привар); отсутствие специфического запаха и вкуса. Селекция на биохимический состав семян заключается в повышении суммарного количества белка, процента водорастворимой фракции и улучшении его аминокислотного состава (в частности, повышенное содержание метионина и триптофана и уменьшение содержания белков-ингибиторов – трипсина, хемотрипсина, лектинов) (Хангильдин, 1969, 1972; Макашева, 1979; Вербицкий, 1990). При переработке семян гороха с высоким содержанием амилозы увеличивается выход спирта, поэтому требуются сорта, улучшенные по этому признаку (Павловская, 2004).

При возделывании гороха овощного направления необходимо создание конвейера продукции для переработки, с этой целью в производстве должны присутствовать сорта различного срока созревания. Предпочтение отдается дружно созревающим сортам, долго находящимся в технической спелости (с замедленным перезреванием); с мозговыми семенами, однородными по степени зрелости и пригодными к различным видам консервирования. Лучшие сорта с сахарными бобами, используемые «на лопатку», должны отличаться нежностью створок бобов и высокой сахаристостью.

Сорта зернофуражного использования, как и сорта, используемые для сидерации, должны иметь мелкие семена (масса 1000 семян менее 100 г), обеспечивающие минимальный расход посевного материала и высокое содержание белка. Для сортов укосно-кормового назначения особенно важны высокая урожайность зеленой массы и семян. Они должны отличаться быстрым темпом накопления зеленой массы, содержащей высокий процент белка, сбалансированного по аминокислотному составу и содержанию витаминов. Также необходима высокая облиственность и низкий процент клетчатки, обеспечивающие нежность зеленой массы (Хангильдин, 1975; Вербицкий, 1981, 1990).

Сорта для осенне-зимней культуры (зимующий горох), кроме перечисленных свойств, должны обладать зимостойкостью и скороспелостью, устойчивостью к выпиранию, вымоканию и выпреванию, возвратным заморозкам, поражению плесенью и другим возбудителям заболеваний.

В настоящее время селекцией продовольственного и кормового гороха в РФ занимаются около 40 учреждений и организаций, в том числе: ФНЦ ЗБК, Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Ульяновский НИИСХ, Уфимский ФИЦ РАН, Национальный центр зерна им П.П. Лукьяненко, ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, Самарский ФИЦ РАН, ФИЦ «Казанский НЦ РАН», Сибирский ФНЦ агробιοтехнологий РАН, ФАНЦ «Донской», Воронежский ФАНЦ РАН, ФИЦ «Немчиновка», Алтайский ФНЦ агробιοтехнологий, Омский АНЦ РАН и другие.

1.3.2 Современные направления и задачи селекции фасоли

Основные направления селекции фасоли для всех зон выращивания – выведение сортов с повышенными симбиотической активностью и семенной продуктивностью, имеющих короткий вегетационный период (70-90 дней), обладающих устойчивостью к пониженным температурам, с нейтральным фотопериодизмом, пригодных к механизированной уборке, иммунных к грибным и бактериальным болезням, обладающих высокими кулинарными, вкусовыми и питательными свойствами (Miklas P., 2006). Направления селекционной работы, кроме того, зависит и от зоны возделывания будущего сорта (селекция на устойчивость к засухе, селекция скороспелых и холодостойких сортов). Экотипическая структура генофонда фасоли позволяет подбирать исходный материал для региональных селекционных программ по цели использования (овощное или зерновое направление), а также рекомендовать тип агроценоза для созданного сорта (полевая или огородная культура, смешанный посев). В российской селекции используются преимущественно экотипы северной лесной зоны, лесостепной, степной, кавказский и карпатский (Буданова, 1993). В первую очередь новые сорта фасоли должны гарантировать получение стабильного урожая семян по годам в зоне рискованного земледелия (Буравцева, 2012; Шаманин, 2013). Несмотря на многочисленность форм с самыми разнообразными признаками, в создании большинства районированных сортов принимает участие в основном ограниченное количество образцов. Поэтому необходимо шире вовлекать в скрещивание сорта с перспективными свойствами, а также дикорастущие формы и различные виды фасоли. При селекции обращают внимание и на требования к сорту, зависящие от традиционных привычек и вкусов населения.

В настоящее время создаются сорта овощного, зернового и универсального направлений использования (Цыганок, 2014; Мирошникова, 2015; Казыдуб, 2016; Паркина, 2016).

Продуктивность сортов фасоли является сложным признаком, основными элементами продуктивности зерновой фасоли являются число бобов и семян на рас-

тении, число семян в бобе и масса 1000 семян: для овощной – масса зеленых бобов с растения в период технической спелости. При селекции фасоли на продуктивность следует принимать во внимание все эти признаки, а также корреляционные связи между ними. Получение раннеспелых сортов – важнейшая задача в мировой селекции, при этом нужно учитывать не только длину всего вегетационного периода, но и продолжительность межфазных периодов. Важным направлением является создание сортов фасоли с групповой, комплексной устойчивостью к болезням (вирусным, бактериальным и грибным). Фасоль не относится к засухоустойчивым культурам, и в засушливые годы урожаи ее снижаются в значительной степени. Наиболее засухоустойчивым формам присущи мелкие листья, высокая кустистость, куст с завивающейся верхушкой с высокой способностью к фотометрическому движению. В северных районах получение стабильных урожаев фасоли ограничено высокой чувствительностью всходов к низким положительным температурам, поэтому получение холодоустойчивых сортов является одним из важных направлений селекции. Особенно ценен этот признак на первых этапах развития растений для проведения ранних сроков посева, что увеличит продолжительность периода вегетации.

Для сортов, возделываемых на зерно, требуется хорошая разваримость семян. Это сортовой признак, однако также зависит и от метеорологических условий года (Симинел, 1988). Быстрее развариваются сорта с белыми, округлыми семенами типа «бомба», с тонкой семенной оболочкой.

Для селекции на пригодность к механизированному возделыванию необходимо учитывать не только устойчивость к полеганию и высоту прикрепления нижнего боба, но и высоту растения, длину боба и форму куста. Чем компактнее форма куста, чем меньше угол отхождения боковых ветвей, тем меньше потери при уборке фасоли (Зайцев, 1988). Селекционная работа с фасолью овощной направлена на создание кустовых сортов, предназначенных для реализации в свежем виде и для переработки (консервирования, замораживания) с расчетом на желаемую калибровку плодов и семян. Особое внимание уделяется высокому качеству бобов. Лучшие сахарные сорта имеют мясистые бобы округлой формы без

пергаментного слоя в створках зеленых бобов и без волокон в швах. В полусахарных сортах возможно присутствие незначительного количества волокна в створках бобов. Бобы туршевой фасоли отличаются плоской формой и отсутствием пергаментного слоя и волокна в бобах. Фасоль с длинными тонкими бобами, округлыми в поперечном сечении, называют спаржевой (Вишнякова, 2013). Необходимые для переработчиков и потребителей свойства должны сочетаться с комплексом хозяйственно-ценных признаков, для этого важно наличие разнообразного исходного материала. Эталоном высокого качества бобов и поныне являются сорта группы Blue Lake. При коммерческой оценке будущего сорта особое внимание уделяют на форму и окраску боба, форму поперечного сечения, отсутствие волокна и пергаментного слоя в шве. Перед селекционером ставится задача по созданию сорта с зеленой и желтой окраской бобов длиной 11 - 14 см, округлой или плоскоокруглой формой поперечного сечения (Цыганок, 2004; Якубенко, 2017). Производство предъявляет следующие требования к сорту: растения должны быть детерминантными с компактной формой куста и высотой растения от 45 до 50 см, расстояние от почвы до прикрепления нижнего боба более 12 см (Васякин, 2003). Для механизированной уборки сорта должны отвечать условиям: при уборке не оставлять часть плода с плодоножкой на растении, так как такие плоды быстро теряют тургор и плохо хранятся; обеспечивать расположение бобов на одной высоте; обладать дружным созреванием плодов (Казыдуб, 2020). Для сортов фасоли овощного направления особое значение приобретает качество бобов, необходимо вести селекцию на высокое содержание сахарозы, аскорбиновой кислоты, минеральных веществ (Казыдуб, 2017; Вишнякова, 2019).

Успех селекционной работы определяется, прежде всего, наличием исходного материала. Селекционным улучшением культуры занимаются не менее 7 учреждений как на европейской территории РФ (ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, Самарский НИИСХ, ФНЦ овощеводства), в Западной Сибири (Омский ГАУ, Новосибирский ГАУ), так и на Кавказе (ВНИИ риса, Северо-Кавказский НИИ горного и предгорного сельского хозяйства) (Вишнякова, 2019). В Государственный реестр селекционных достижений (2020) включено 27 сортов зерновой

и 146 сортов овощной фасоли. Все сорта зернового направления использования российской селекции, в то время как овощная фасоль на 18 % представлена зарубежными сортами.

ГЛАВА 2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Агроклиматическая характеристика Среднего Приамурья

Приамурье – территория на юге Дальнего Востока России, охватывающая левобережный бассейн среднего и нижнего течения реки Амур к югу от Станового хребта и Удской губы Охотского моря. Регион включает в себя часть Хабаровского края (между реками Амур на юге и Уда на границе северной и средней частей края), а также Еврейскую АО и почти всю Амурскую область. В Приамурье климат умеренный муссонный, а ближе к северо-западу региона он переходит в резко континентальный климат Восточной Сибири. Именно муссонный климат создает специфические, не имеющие аналогов в Российской Федерации условия произрастания сельскохозяйственных культур (Асеева, 2008, 2013). По данным Асеевой Т.А. (2008), средний минимум температуры воздуха в январе составляет минус 26,2 °С, средний максимум в июле плюс 25,7 °С. Период с температурой воздуха выше 5 °С длится в среднем 168 дней, выше 10 °С – 142 дня и выше 15 °С – 100 дней, при этом сумма положительных температур может варьировать в широких пределах: 2749-1951 °С соответственно. Продолжительность безморозного периода составляет: в воздухе 143-169 дней, на поверхности почвы 120-155 дней. Среднемноголетняя годовая норма осадков составляет 680,3 мм, из них 19 % приходится на холодное время года, 27 % - на апрель-июнь и 54 % - на июль-сентябрь. В теплый период времени количество осадков по годам может варьировать в довольно широких пределах – от 360 до 1048 мм. Период дефицита осадков совпадает с периодом потепления, а период их избытка – с похолоданием. Многолетний ход годового количества осадков определяется преимущественно осадками за летний период. Также ею установлено, что за 50-летний период наблюдений среднегодовая температура приземного слоя воздуха возросла на 0,7 °С (с +1,4 до +2,0 °С), а количество осадков уменьшилось на 79,5 мм (с 680,3 до 600,8 мм). Повышение среднегодовой температуры приземного слоя воздуха увеличило накопления положительных температур за теплый период времени на 211,6 °С. Если

количество тепла за все периоды наблюдений росло равномерно, то изменение количества осадков носило циклический характер (Асеева, 2013). В условиях Среднего Приамурья максимальная листовая поверхность у теплолюбивых растений формируется в июле-августе, но в это время количество ФАР уменьшается.

Почвы в Хабаровском крае маломощны (гумусовый слой 14 - 22 см), тяжело- и среднесуглинистые, подстилаются на глубине 20 - 80 см тяжелыми глинами со слабой водопроницаемостью. Во второй половине мая - начале июня из-за сильных ветров и высоких дневных температур в этот период, потеря влаги из корнеобитаемого слоя может быть довольно существенной и составлять до 12 мм в сутки при среднемноголетней норме осадков за этот период 48 - 55 мм. Пахотный фонд земель региона представлен в основном подзолисто-бурыми (32,3 %), бурыми лесными (23,1 %), лугово-глеевыми (19,7 %), лугово-бурыми (15,2 %) типами почв. По механическому составу 77,1 % сельскохозяйственных земель относятся к тяжелым суглинкам и глинам, 22,7 % – к средним суглинкам и 0,2 % - к супесям и легким суглинкам. Все пахотные земли обладают невысоким эффективным плодородием. Однако, несмотря на относительно экстремальные агроклиматические условия Среднего Приамурья, возделывание основных зерновых, зернобобовых, овощных культур весьма устойчиво и позволяет реализовать их продуктивность на уровне урожайности в Западных регионах России и Сибири (Киселев, 2020). Особенности муссонного климата выдвигают задачу – создавать сорта сельскохозяйственных культур, пригодных для выращивания на территории Дальнего Востока, а также внедрять агротехнологии, приемы, методы борьбы с переувлажнением почв (Асеева, 2013).

2.2 Почвенно-климатические условия проведения исследований

Научные исследования проводились на полях селекционного овощного севооборота Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук в районе с. Восточное Хабаровского района Хабаровского края в 2015-2020 гг.

Почва опытного участка лугово-бурая оподзоленная, из-за тяжелого механического состава и низкой водопроницаемости во время обильного выпадения атмосферных осадков быстро переувлажняется. Содержание гумуса в пахотном слое по Тюрину 3,6-3,8 %; рН солевой вытяжки 4,9-5,6; гидролитическая кислотность 1,1-2,4 мг-экв. на 100 г почвы; P_2O_5 по Кирсанову – 9,9-15,5; K_2O по Кирсанову – 12,4-30,4 мг/100г абсолютно сухой почвы. Предшественником в 2015, 2016, 2020 гг. был чистый пар, в 2017 и 2018 гг. – яровая пшеница, в 2019 – ячмень. Обработка почвы – общепринятая для Дальневосточного региона.

Метеорологические условия вегетационного периода (2015-2020 гг.) оценивали по данным ФГБУ «Дальневосточное УГМС» (г. Хабаровск). Погодные условия в годы проведения исследований были разнообразными, что в полной мере позволило оценить их влияние на рост, развитие и формирование основных показателей продуктивности изучаемых культур (рисунки 1, 2).

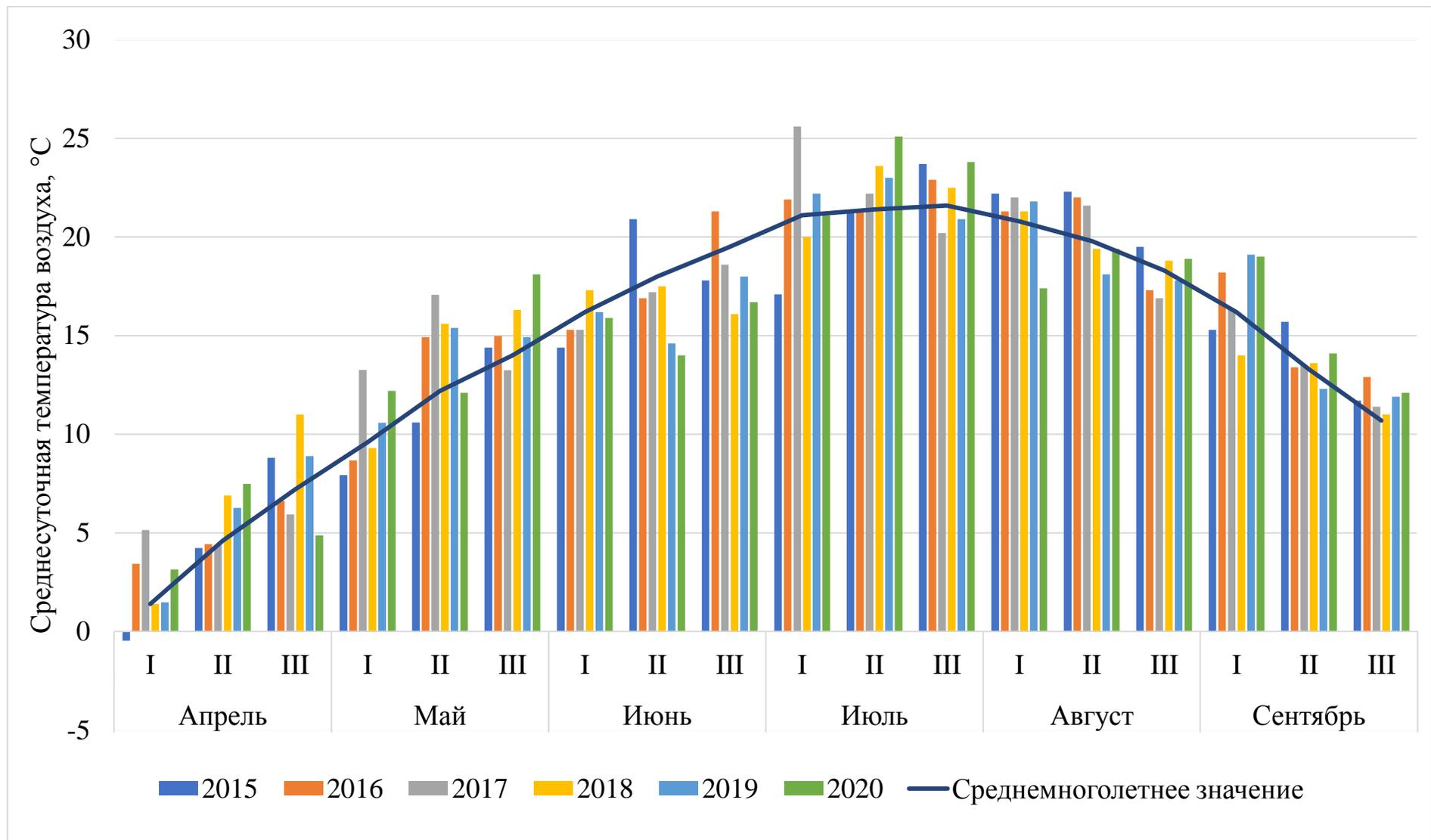


Рисунок 1 – Среднесуточная температура приземного слоя воздуха за апрель-сентябрь в период исследований (2015-2020 гг.)

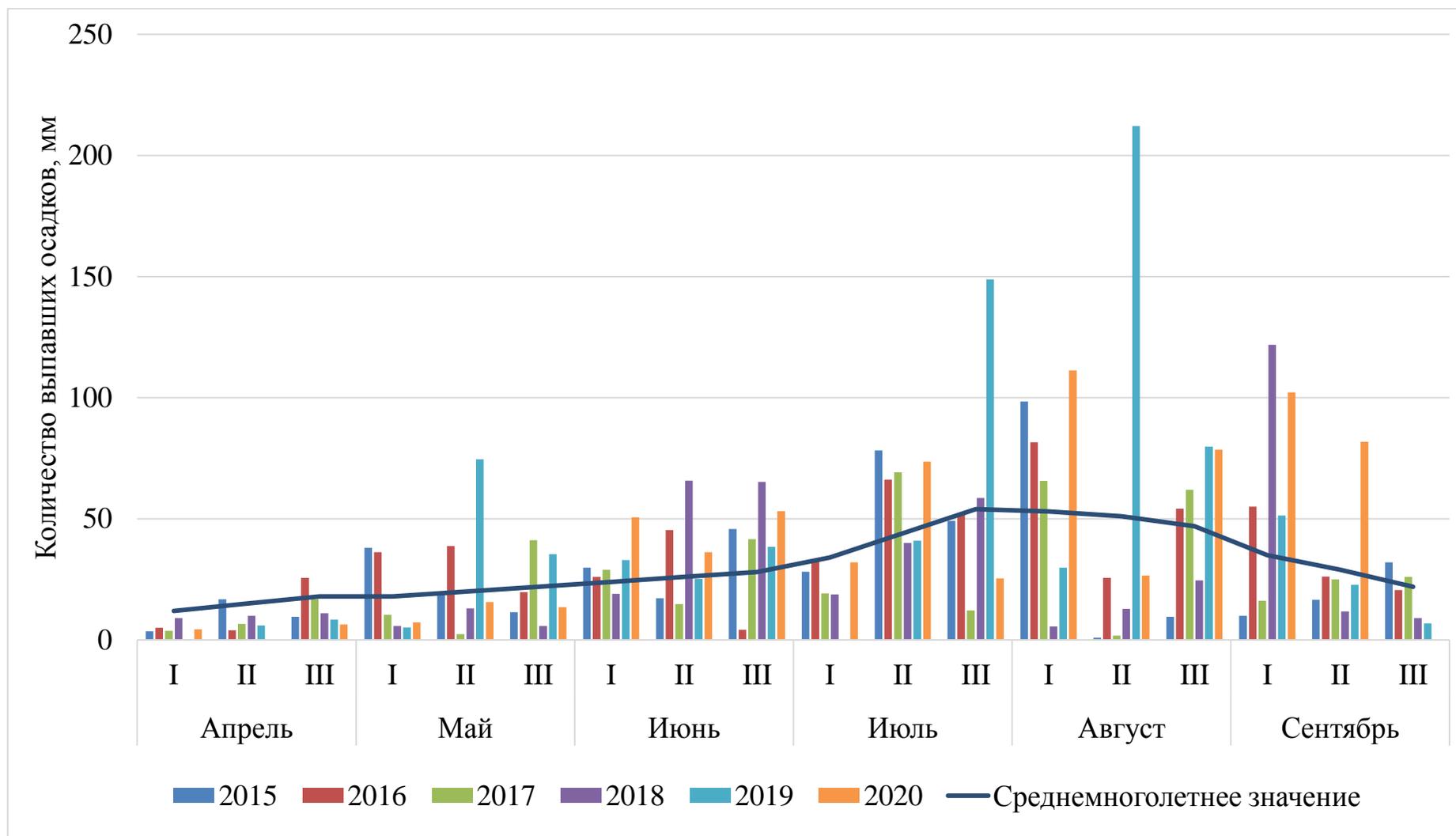


Рисунок 2 – Количество выпавших атмосферных осадков апрель-сентябрь в период исследований (2015-2020 гг.)

Весна 2015 года была затяжная, из-за позднего схода снежного покрова и переувлажнения оттаявшего слоя почвы, проведение полевых работ в апреле - начале мая было затруднено. Преобладала дождливая и пасмурная погода, осадки наблюдались выше нормы, продолжительность солнечного сияния была низкой, накопление тепла проходило медленно. Май в целом был холодный и дождливый, из-за продолжительных похолоданий устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, что означает начало активной вегетации сельскохозяйственных культур, произошел на 2-5 дней позже обычного, 10 мая. Метеорологические условия вегетационного периода были сложные. В мае, июне и июле среднемесячные температуры воздуха были ниже нормы на $0,9-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. По сумме выпавших осадков в мае и июне наблюдалось превышение нормы на 175 % и 223 % соответственно, в июле количество выпавших осадков было в пределах среднемноголетних значений. Август и сентябрь были теплее обычного, среднесуточная температура воздуха превышала на $1,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ среднемноголетние значения. Количество осадков было близко к многолетним значениям.

Весна 2016 года началась раньше среднемноголетних сроков, что было вызвано более ранним наступлением положительных температур приземного слоя воздуха. Благодаря тому, что март был очень теплый, таяние и испарение снега проходило интенсивно. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сторону повышения произошел в середине третьей декады марта, это на 7-13 дней раньше климатических сроков. Апрель характеризовался неустойчивым температурным режимом с осадками в пределах нормы. В мае погода была неустойчивой, среднемесячная температура воздуха оказалась в пределах климатической нормы, устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ произошел в обычные сроки – 7-8 мая. В мае дожди шли часто, дней с дождем 1 мм и более было 13 при норме 8-10 дней, сумма осадков превышала среднемноголетние значения более чем в 2 раза, число дней с сильным увлажнением почвы составило 22, что существенно сдерживало проведение полевых работ. Метеорологические условия вегетационного периода были сложные. Так как среднедекадные температуры воздуха в первой и во второй декадах июня были

ниже среднемноголетних значений на 1,4-1,8 °С, начало периода со среднесуточными температурами воздуха более 15 °С было отмечено 13 июня при норме – 30 мая. При этом число дней с осадками 1 мм и более в июне-июле составил 10 и 12 дней соответственно; число дней с сильным увлажнением почвы – 15 и 16 соответственно. Из-за сильного переувлажнения почвы после ливневых осадков в межделячных дорожках наблюдался продолжительный застой воды. Таким образом, неблагоприятные гидротермические условия создали предпосылки для вымокания посевов, что существенным образом отразилось на урожайности. Август характеризовался неустойчивой влажной погодой, за месяц отмечено 8 дней с осадками 1 мм и более. В первой декаде месяца сумма осадков (109 мм) превысила декадную норму в два раза, суточный максимум составил 88 мм. Сентябрь был теплый, сумма выпавших осадков за месяц превысила норму на 44 % и составила 124 мм.

Весна 2017 года была ранней. Март был очень теплый, среднедекадные температуры воздуха были выше нормы на 3-7 °С, при этом осадки наблюдались только в первой декаде месяца и составили всего 33 % от среднемноголетних значений. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения произошел в середине третьей декады марта, это на 7-10 дней раньше климатических сроков. Благодаря теплой погоде таяние и испарение снега проходило интенсивно. Апрель характеризовался неустойчивым температурным режимом в пределах нормы. Осадков в первой и второй декадах было мало, что наряду с повышением дневных температур воздуха и низкой относительной влажностью способствовало подсыханию верхнего слоя почвы. Накопление тепла проходило интенсивно, суммы положительных среднесуточных температур воздуха были на 20-50 °С больше среднемноголетних сумм и больше, чем в предыдущем году исследований. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 5 °С начался в середине второй декады апреля, в сроки, близкие к среднемноголетним. Май характеризовался преимущественно теплой и сухой погодой. В июне наблюдался пониженный температурный режим. Среднедекадная температура воздуха в каждой из трех декад была холоднее нормы на 1-2 °С,

среднемесячная сумма осадков составила 78 мм, что на 15 % больше нормы. Июль по температурному режиму был неустойчивым, но в целом, среднемесячная температура воздуха оказалась на 1,3 °С выше среднемноголетних значений. Сумма выпавших осадков в июле составила 85 % от среднемесячной нормы. Август был теплым и дождливым. Среднесуточная температура воздуха третьей декады оказалась ниже среднемноголетней нормы на 1-2 °С. За месяц выпало 226,8 мм осадков, что составило 150 % от месячной нормы. Сентябрь характеризовался неустойчивым температурным режимом и преимущественно сухой погодой.

Весна 2018 года была ранней. Март характеризовался преимущественно холодной и сухой погодой. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С в сторону повышения произошел в середине третьей декады марта, это на 7-10 дней раньше климатических сроков. Благодаря теплой погоде таяние и испарение снега проходило интенсивно. Апрель характеризовался неустойчивым температурным режимом с осадками меньше нормы. В течение месяца наблюдалось чередование теплых и холодных периодов, но в целом, апрель оказался на 1-2 °С теплее обычного. Осадков было мало, что наряду с ветреной погодой способствовало подсыханию верхнего слоя почвы. Накопление тепла проходило интенсивно, суммы положительных среднесуточных температур воздуха были на 60-90 °С больше среднемноголетних сумм. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 5 °С начался в середине второй декады апреля, в сроки, близкие к среднемноголетним. Май характеризовался преимущественно теплой и сухой погодой. Среднемесячная температура воздуха оказалась на 1-3 °С выше климатической нормы. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 10 °С произошел в обычные сроки. Дожди шли редко, за месяц сумма осадков составила одну треть от нормы. В июне наблюдался пониженный температурный режим. Среднедекадная температура воздуха во второй и третьей декадах была ниже нормы на 1-2 °С. Среднемесячная сумма осадков составила 208 мм, что больше нормы в 2,7 раза. Июль характеризовался преимущественно теплой погодой с осадками в пределах среднемноголетних значений. Дожди были кратковременными и ливневыми, что стало причиной длительного (10

дней в июне и 11 дней в июле) сильного увлажнения почвы. Август был сухой и теплый, среднесуточные температуры воздуха находились в пределах нормы, за месяц выпало 59 мм осадков, что составило 39 % от среднегодовой нормы. В сентябре преобладала умеренно теплая с осадками в первой половине месяца погода. Резкое похолодание наступило 9-10 сентября, отмечены первые заморозки на поверхности почвы, что раньше среднегодовых дат на 10-20 дней. Агрометеорологические условия для роста, развития растений и формирования урожая гороха и фасоли были неудовлетворительными ввиду длительного периода переувлажнения почвы в период цветения и налива бобов.

Весна 2019 г. наступила в обычные сроки, устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0 °С к положительным значениям произошел 2-4 апреля. Весна была теплой и преимущественно сухой. В связи с небольшой высотой снежного покрова и повышенным термическим режимом наблюдался ранний переход температуры воздуха через 5° и 10 °С. Во второй половине мая длительное переувлажнение почвы в Хабаровском крае достигло критерия опасного явления, что привело к угнетению роста растений. Июнь характеризовался преимущественно прохладной погодой – за месяц наблюдалось 13 дней с температурой приземного слоя воздуха ниже 10 °С. При этом, сумма осадков составила 78 мм, что больше нормы на 27 %. Июль был умеренно теплый с сильными дождями и ливнями в третьей декаде. Среднемесячная температура воздуха оказалась в пределах климатической нормы, и составила 22,3 °С. Сумма осадков за месяц составила 189,8 мм, что на 44 % выше среднегодовых показателей. Август характеризовался неустойчивым температурным режимом и сильными дождями и ливнями. Резкое похолодание отмечалось во второй декаде, среднесуточные температуры воздуха опускались ниже нормы на 3-6 градусов. За месяц выпало 311 мм, что превысило норму на 206 %. Сентябрь был теплым и преимущественно сухим, осадков выпало 72 мм, что составило 84 % от месячной нормы.

Весна 2020 г. была ранней. Март был теплый, среднедекадные температуры воздуха были выше нормы на 3-5 °С, осадки были незначительные и составили всего 74 % от нормы. Апрель характеризовался преимущественно теплой и сухой

погодой. Средняя температура воздуха за месяц составила 5 °С, что близко к норме. Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 5 °С начался в середине второй декады апреля, в сроки, близкие к среднемноголетним. Осадков было мало, что наряду с повышением дневных температур воздуха и низкой относительной влажностью способствовало подсыханию верхнего слоя почвы. В мае отмечались периоды аномально теплой погоды, особенно в третьей декаде, осадки выпадали во второй и третьей декадах месяца и составили всего 61 % от среднемноголетних показателей. Июнь был холодным и дождливым. Среднедекадная температура воздуха в каждой из трех декад была ниже многолетних значений на 1-3 °С. Сумма осадков составила 131 мм – 168% к норме. Июль был умеренно теплым, среднемесячная температура воздуха оказалась на 0,7 °С выше среднемноголетних значений. Прошедшие интенсивные дожди в первой половине июля создали переувлажнение почвы, сумма выпавших осадков была близка к месячной норме. Август характеризовался прохладной погодой с сильными дождями и ливнями. Среднемесячная температура воздуха составила 18,6 °С, что холоднее климатической нормы на 1,1 °С. За месяц выпало 231 мм осадков, что составило 153 % от месячной нормы. Сентябрь был теплый и дождливый, за месяц выпало 184 мм осадков, что составило 213 % от нормы.

Самый ранний посев гороха (22.04) был проведен в 2017 году, самый поздний – 18.05 в 2015 году; самый ранний посев фасоли отмечен в 2016 (23.05), самый поздний - в 2019 году (9.06) (Приложение А).

Анализируя погодные условия и опираясь на принятые значения гидротермического коэффициента (по Г.Т. Селянинову) можно сделать вывод, что за годы исследований самым благоприятным был 2017 год, для остальных лет характерно избыточное увлажнение. Весна в 2016 и 2019 годах была в пределах климатической нормы; в 2017, 2018 и 2022 весна наступила рано, а в 2015 году – была затяжная.

Для гороха наиболее близкими к оптимальным условиям произрастания оказались вегетационные периоды в 2017 году (ГТК составил 1,4), в 2016 и в 2018 году (ГТК 1,8) (Приложение Б). Вегетационные периоды в 2015, 2019 и 2020 го-

дах (ГТК 2,4; 2,6 и 2,0 соответственно) характеризовались избыточным увлажнением.

Сумма набранных температур за годы исследований изменялась от 1193,6 °С до 1483,8 °С при среднемноголетних значениях 1338,2 °С. Самая низкая средняя температура приземного слоя воздуха отмечена в 2020 году (+17,6 °С), в остальные годы значение было близко к климатической норме. В 2018 и 2019 годах отмечена минимальная температура периода посев-всходы с разницей от нормы в 1,9-2,9 °С, при этом в 2019 году количество выпавших осадков было минимально и составило всего 10,7 % от нормы в этот период. Отклонения от среднемноголетних данных суммы выпавших осадков находились в пределах от 216,4 мм в 2018 г. до 370,4 мм в 2019. Минимальное количество осадков в первой половине вегетации выпало в 2016 и 2017 годах. Однако в критические периоды количество выпавших осадков обеспечивало формирование урожая на должном уровне. Генеративный период протекал при температурах, близких к оптимальным значениям, однако в 2015 и 2019 годах – на фоне превышения нормы осадков на 71 и 53 % соответственно (рисунки 3-5).

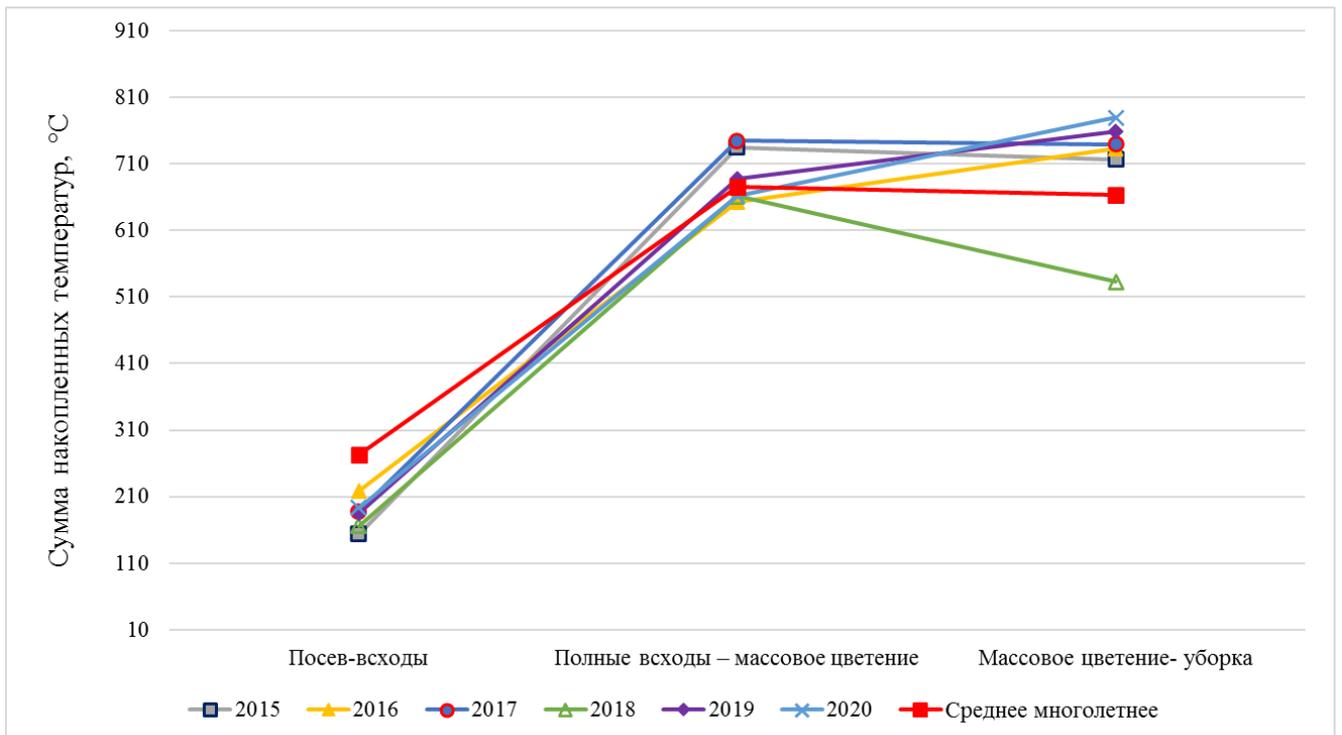


Рисунок 3 – Температурный режим вегетационного периода гороха в годы исследований

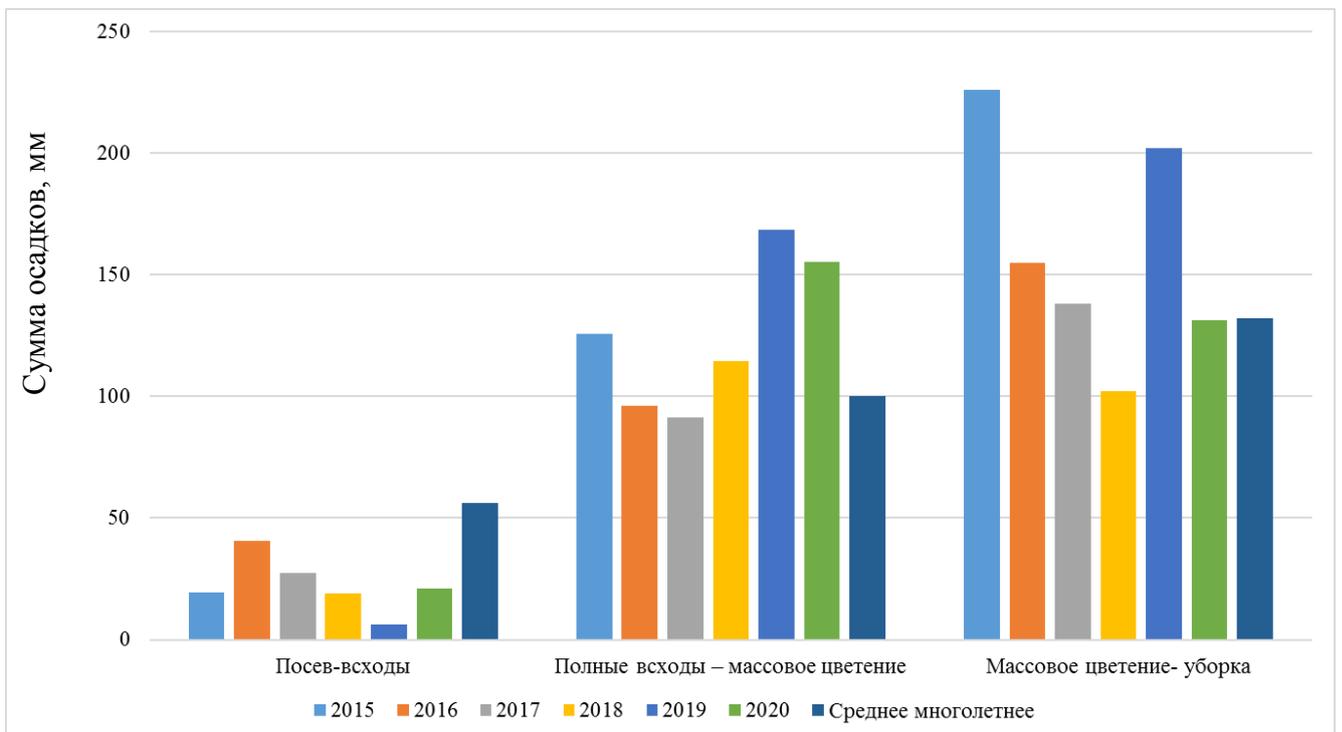


Рисунок 4 – Водный режим вегетационного периода гороха в годы исследований

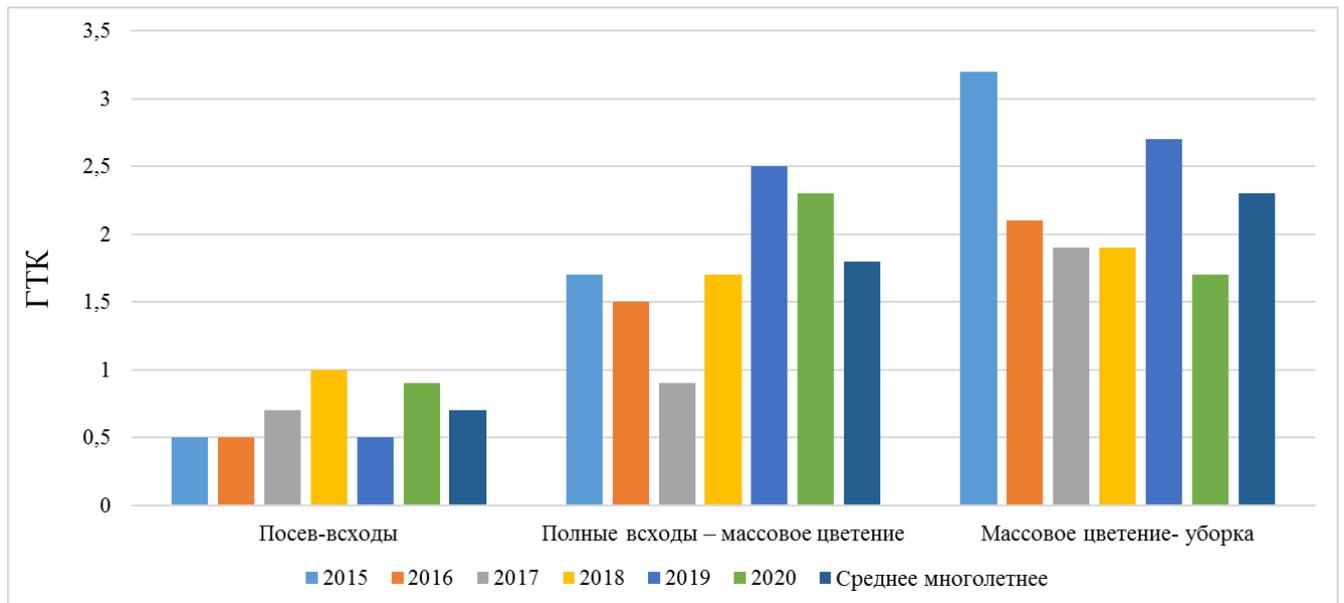


Рисунок 5 – Гидротермический коэффициент вегетационного периода гороха в годы исследований

Вегетационный период фасоли в годы исследований характеризовался разнообразными гидротермическими условиями с проявлением неблагоприятных фактов, присущих Дальневосточному региону (Приложение В). Так, по обеспеченности влагой наиболее благоприятными для роста и развития были 2015, 2017 и 2018 гг. когда гидротермический коэффициент достигал соответственно значений 1,9; 1,7 и 1,9. 2019 год характеризовался сильным переувлажнением почвы, о чем свидетельствует ГТК, достигший значения 3,6. И только в 2016 г. гидротермический режим вегетационного периода был близок к среднемноголетним значениям (ГТК 2,2) и отличался переувлажнением.

Сумма набранных температур за годы исследований была в пределах от 1378,7 °С до 1914,7 °С при среднемноголетних значениях 1813,6 °С, что вполне достаточно для формирования устойчивого урожая. Онтогенез растений проходил при температурах, близких к климатической норме, однако наблюдались годы с отклонениями в отдельно взятые периоды вегетации. Так, низкое накопление тепла в период «посев-всходы» наблюдалось в 2015, 2017 и 2019 годы; в вегетативный период развития растений – в 2017, 2018 и 2020 гг. Минимальное количество выпавших осадков в период «посев-всходы» за годы исследований отмечено в

2018 году. Максимальное переувлажнение почвы в период налива бобов и созревания наблюдалось в 2019 году, сумма выпавших осадков в этот период превысила среднегодовую норму на 217,5 % и составили 522 мм (рисунки 6-8).

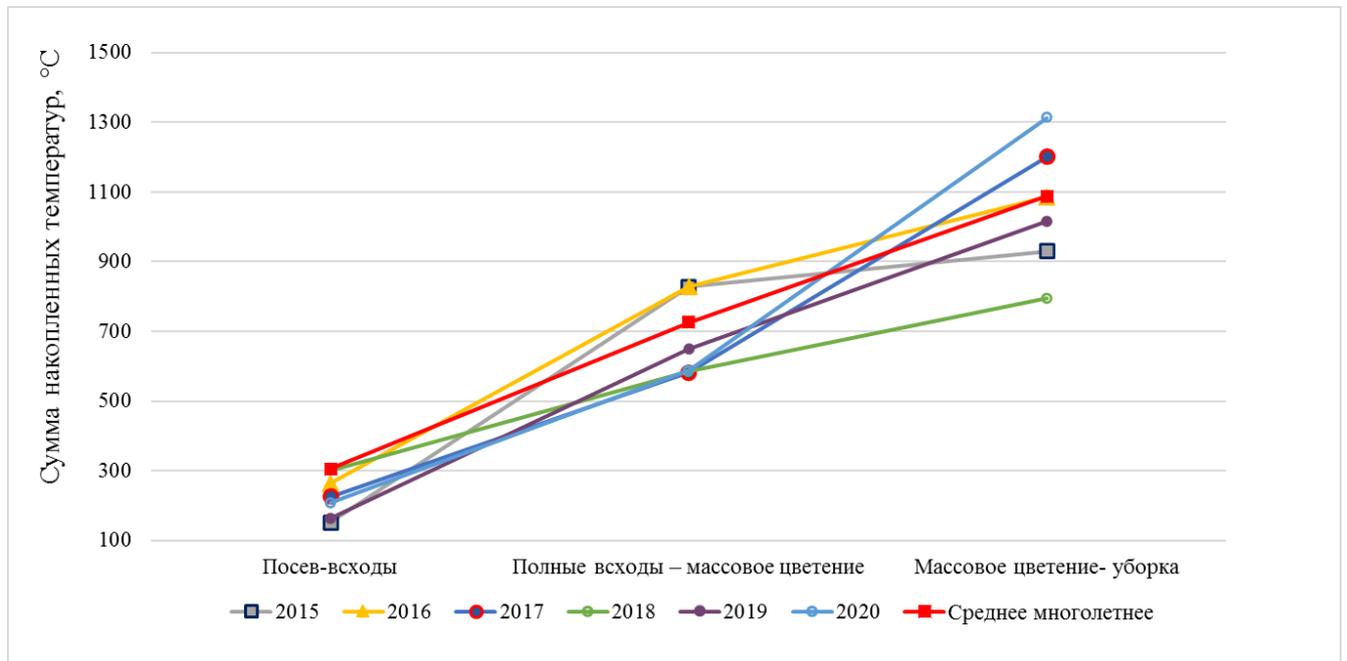


Рисунок 6 – Температурный режим вегетационного периода фасоли в годы исследований

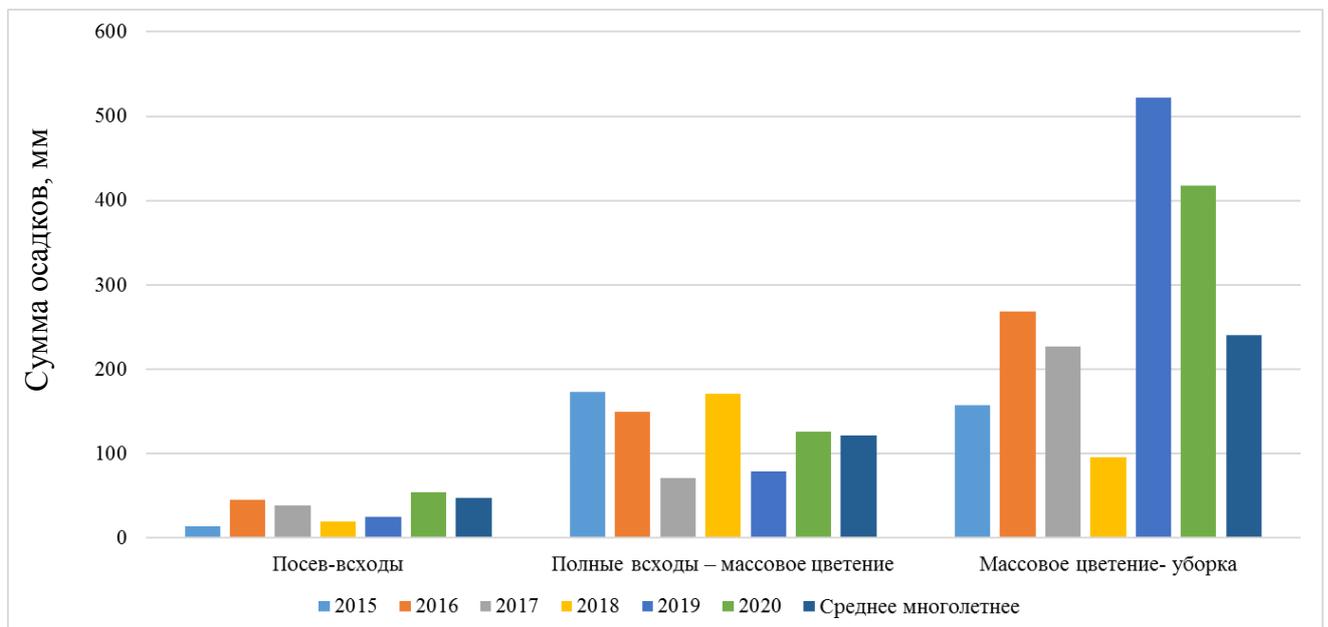


Рисунок 7 – Водный режим вегетационного периода фасоли в годы исследований

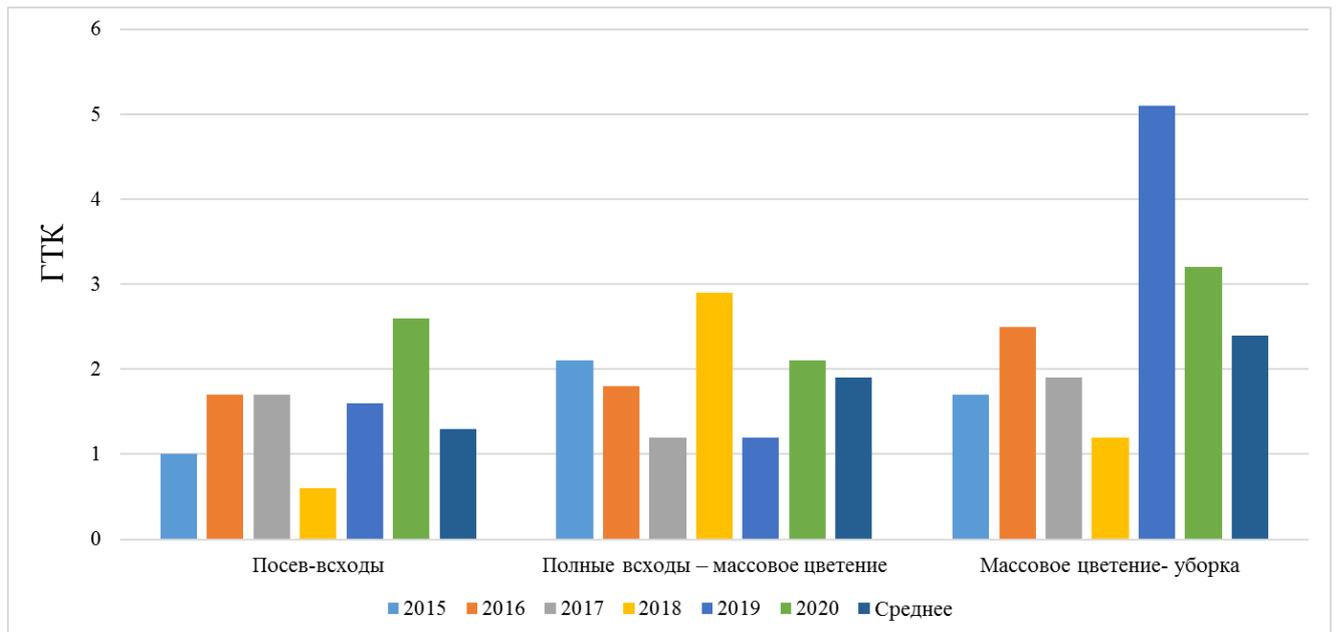


Рисунок 8 – Гидротермический коэффициент вегетационного периода фасоли в годы исследований

Анализируя данные, можно сделать вывод, что гидротермические условия Среднего Приамурья в целом соответствуют биологическим особенностям гороха и фасоли и способствуют формированию высокого урожая культур. Распределение тепла в отдельные периоды роста и развития соответствуют оптимальным показателям условий вегетации гороха и фасоли. Распределение осадков в течение вегетационного периода крайне неравномерное, основная их масса у гороха (55,8 %) и у фасоли (68,5 %) приходится на периоды массового цветения - созревания. Таким образом, складываются предпосылки к формированию высокого урожая зерна, однако, принимая во внимание почвенные особенности региона, возникают трудности с устойчивостью сортов к полеганию и прорастанию на корню. В связи с этим, создание сортов, обеспечивающих получение устойчивого к полеганию агроценоза с оптимальной аэрацией посевов, предотвращающей прорастание семян на корню, является актуальным на сегодняшний день.

2.3 Материал и методика исследований

Объектами исследований были сортообразцы гороха и фасоли различного происхождения, относящихся к различным агроэкологическим группам, с видоизмененной архитектоникой и отличающиеся по направлению использования: сортообразцы из коллекции ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова», перспективные линии и сорта, созданные и предоставленные ФГБНУ ВНИИЗБК, Ульяновским НИИСХ, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» (г. Жодино, Беларусь). В качестве стандарта служили сорта, включенные в реестр селекционных достижений и рекомендованные для возделывания в Дальневосточном регионе: для зернового гороха Аксайский усатый 55 (2015-2018 гг.), Спартак (2019, 2020 гг.); для гороха кормового – Зарянка, для гороха овощного направления – Альфа. Сорт-стандарт для фасоли зерновой – Рубин.

Исследования проводились путем закладки полевых мелкоделяночных опытов в питомнике экологического испытания (2015-2020 гг.) и в коллекционном питомнике (2016-2020 гг.) (таблица 1).

Таблица 1– Схема проведенных исследований и происхождение сортообразцов

Культура	Вид питомника	Происхождение сортообразцов
Горох	Питомник экологического испытания	13 сортообразцов – ФГБНУ ВНИИЗБК, 8 сортообразцов – Ульяновский НИИСХ
	Коллекционный питомник	26 сортообразцов – РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию» (г. Жодино, Беларусь), 125 сортообразцов – ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова» (51– РФ, 10 – Украина, 9 – США, 8 – Великобритания, 8 – Германия, 8 – Нидерланды, 8 – Франция, 4 – Болгария, 12– другие страны)
Фасоль	Питомник экологического испытания	12 сортообразцов – ФГБНУ ВНИИЗБК, 1 сортообразец – местный, Хабаровский р-н
	Коллекционный питомник	69 сортообразцов – ФГБНУ «ФИЦ ВИГРР им. Н.И. Вавилова» (15 – РФ, 11 – Франция, 6 – США, 6 – Германия, 4 – Швеция, 3 – Канада, 3 – Бразилия, 2 – Великобритания, 19 – другие страны)

В экологических питомниках посев культур проводился сеялкой СЗФК-7, повторность – 4-х кратная, норма высева гороха – 1,2 млн, фасоли – 360 тыс. всхожих семян на га. Площадь делянки составила 4 м², учетная – 1 м², размещение вариантов рендомизировано. Уборку осуществляли вручную по мере созревания. Для структурного анализа методом средней пробы из снопового образца отбирались 25 растений.

В коллекционном питомнике гороха сортообразцы высевались в 2-х кратной повторности на делянке длиной 1 м, расстояние между рядками 40 см, количество высеянных семян в рядке 20 шт., количество рядков в делянке от 1 до 3. Через каждые 9 номеров высеяны стандарты – районированные сорта для Дальневосточного региона.

Фасоль в коллекционном питомнике высевали вручную в одну строчку на предварительно сформированных гребнях в 2-х кратной повторности на делянке длиной 2 м. Ширина гребня – 70 см, число высеянных семян на делянке – 20 шт. Через 9 номеров высевался сорт-стандарт Рубин.

Посев, уборку и обработку снопов в коллекционном питомнике гороха и фасоли проводили вручную. В процессе вегетации культур осуществляли фенологические наблюдения, отмечали основные фазы вегетации (начало и массовые всходы, начало и массовое цветение, окончание цветения, биологическая спелость), особенности роста и развития. Уборка проводилась по достижению биологической спелости. Для проведения структурного анализа в лабораторных условиях отбирали типичные фенотипы, проводили измерения и определяли следующие параметры:

- у растений гороха: длину стебля, число количество междоузлий до 1-го боба, число продуктивных узлов и число бобов на растении, число бобов на продуктивный узел (индексный показатель), число семян в бобе, число семян с растения, массу семян с растения, массу 1000 семян, массовую доля белка;

- у растений фасоли: высоту растений, высоту прикрепления 1-го боба, число бобов на растении, число семян в бобе, массу семян с растения, массу 1000 семян, массовую доля белка.

В питомниках экологического испытания даты наступления основных фаз развития растений, урожайность, а также оценку устойчивости к полеганию проводили по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985,1989). Изучение коллекции проводилось в соответствии с Методическими указаниями ВИР (2011). Содержание белка в зерне определяли методом Кьельдаля (ГОСТ 10846 – 91). В работе использовались методы дисперсионного и корреляционного анализов по методике Б.А. Доспехова (1985) на базе прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 6.0.

Расчет показателей экологической стабильности и пластичности и гомеостатичности проводили по Баранскому Д.И. (1926), Ханхильдину В.В. (184), Э.Д. Неттевичу (1985) и S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.З. Пакудина, Л.М. Лопатиной (1984).

ГЛАВА 3 ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ГОРОХА И ФАСОЛИ ПО СЕЛЕКЦИОННЫМ ПРИЗНАКАМ И ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ

3.1 Экологическое испытание современных сортов и линий гороха

Экологическое испытание позволяет установить реакцию генотипов на изменение среды. Для анализа изучаемого материала оценивались продолжительность вегетационного периода, урожайность и основные хозяйственно ценные признаки (Приложение Г).

3.1.1 Вегетационный период

В каждой конкретной территории, эффективно возделывать те культуры и сорта, биологические особенности которых соответствуют ее экологическим условиям и, в первую очередь, обеспеченности теплом, что определяет продолжительность периода вегетации и темпы роста и развития растений в основные фенологические фазы. Длина вегетационного периода является основным фактором, влияющим на получение гарантированного стабильного и качественного семенного материала. В условиях Среднего Приамурья наступление муссонных дождей, начиная с третьей декады июля, создает сложную обстановку полевых условий – в сочетании с сильными ветрами стеблестой полегают и складываются предпосылка к прорастанию семян на корню (Шепель, 2017). Невозможность механической уборки может привести к частичной или полной потере урожая.

Общая продолжительность вегетационного периода зависит в основном от длительности двух фаз: всходы-цветение и цветение-созревание. Варьирование продолжительности по периодам вегетации сортообразцов гороха в годы проведения экологического испытания объясняется контрастными гидротермическими условиями конкретных лет. Основные периоды роста и развития гороха в 2018 году проходили в оптимальных условиях, что благоприятно отразилось на продолжительности периода вегетации и продуктивности растений. В 2016 и 2017 гг.

основные этапы органогенеза проходили в контрастных условиях – избытка и недостатка влаги, поэтому период вегетации был самым продолжительным. В условиях постоянного переувлажнения рост и развитие растений были близки к средним показателям (рисунок 9).

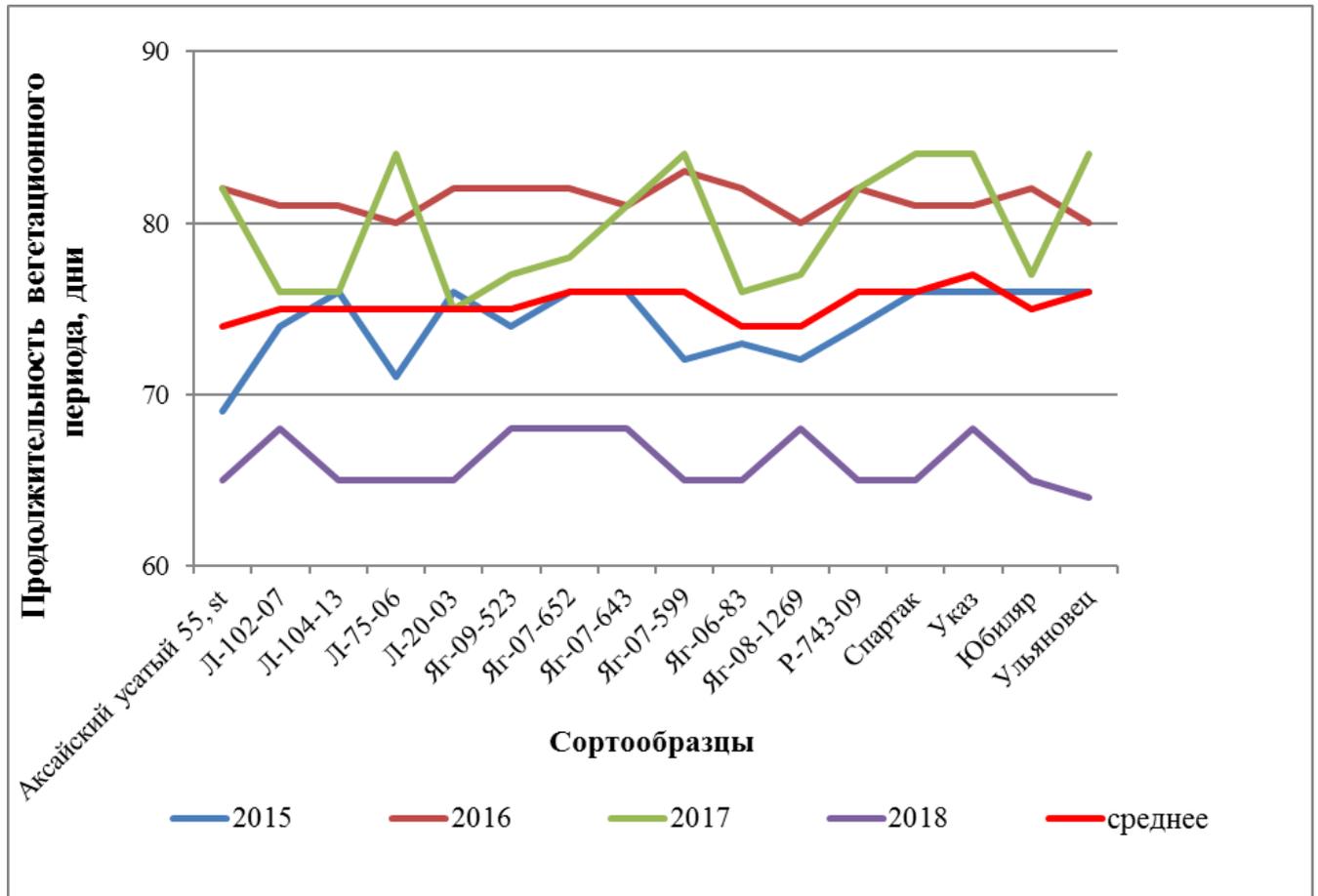


Рисунок 9 – Влияние гидротермических условий на продолжительность периода вегетации сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Избыточное увлажнение в период от всходов до массового цветения удлиняет период вегетации до 76-84 дней. Так, средняя продолжительность периода от всходов до созревания в самый прохладный и влажный из всех лет исследований – 2015 год составила 74 ± 2 суток, в излишне влажном 2016 году – 81 ± 1 суток. В 2018 году, который оказался наиболее близким по параметрам к среднемуголетним значениям, средняя продолжительность вегетационного периода составила 66 ± 2 (таблица 2).

Таблица 2 – Продолжительность вегетационного периода (всходы - созревание) у сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Продолжительность вегетационного периода, сутки				\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	69	82	82	65	74	-
Л-102-07	74	81	76	68	75	+1
Л-104-13	76	81	76	65	75	+1
Л-75-06	71	80	84	65	75	+1
Л-20-03	76	82	75	65	75	+1
Яг-09-523	74	82	77	68	75	+1
Яг-07-652	76	82	78	68	76	+2
Яг-07-643	76	81	81	68	76	+2
Яг-07-599	72	83	84	65	76	+2
Яг-06-83	73	82	76	65	74	0
Яг-08-1269	72	80	77	68	74	0
Р-743-09	74	82	82	65	76	+2
Спартак	76	81	84	65	76	+2
Указ	76	81	84	68	77	+3
Юбиляр	76	82	77	65	75	+1
Ульяновец	76	80	84	64	76	+2

Все изучаемые сортообразцы характеризуются как среднеспелые, средняя продолжительность периода вегетации в экологическом испытании за время изучения составила 74-77 суток, при этом отмечаются незначительные сортовые различия между изучаемыми сортообразцами по продолжительности вегетационного периода в равных гидротермических условиях.

Диапазон изменчивости продолжительности вегетационного периода в зависимости от гидротермических условий у сортообразцов гороха составил 12-20 дней. Максимальных значений он достигал у образцов: Ульяновец, Спартак, Яг-07-599 и Л-75-06 – 19-20 дней, минимальных – 12-14 дней у сортообразцов: Л-102-07, Яг-09-523, Яг-07-652, Яг-07-643 и Яг-08-1269.

Из всей продолжительности периода вегетации 39-43 дня приходится на фазу всходы - массовое цветение и 32-37 дней – на фазу налива бобов и созревание. При этом в зависимости от сортовых особенностей и гидротермического режима в годы исследований длина межфазных периодов варьировала. Средняя продолжительность периода от всходов до массового цветения в прохладном и влажном

2015 году составила 44 суток, в излишне влажном 2016 году – 40 дней и в относительно благоприятном 2018 году – 39 суток (таблица 3).

Таблица 3 – Продолжительность периода всходы - массовое цветение у сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья, сутки

Сортообразец	Продолжительность периода всходы - массовое цветение, сутки				\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	45	41	43	41	42	-
Л-102-07	47	41	43	39	42	0
Л-104-13	42	39	39	39	40	-2
Л-75-06	45	41	43	39	42	0
Л-20-03	47	41	43	41	43	+1
ЯГ-09-523	42	41	41	39	41	-1
ЯГ-07-652	45	41	41	39	41	-1
ЯГ-07-643	45	43	43	41	43	+1
ЯГ-07-599	41	41	39	39	40	-2
ЯГ-06-83	45	38	39	39	40	-2
ЯГ-08-1269	45	38	39	39	40	-2
Р-743-09	40	38	39	39	39	-3
Спартак	45	41	39	39	41	-1
Указ	45	38	39	39	40	-2
Юбиляр	42	38	39	39	39	-3
Ульяновец	40	38	43	39	40	-2

При этом гидротермические условия оказали влияние не только на длительность межфазных периодов, но и на соотношение их продолжительности. Так, высокий ГТК в период всходы – массовое цветение в 2015 и 2018 годах способствовал его удлинению на 7 и 6 дней соответственно по сравнению с годами, более благоприятными по этим показателям. Также, вероятно, свою негативную роль сыграл поздний посев в 2015 году и низкие температуры воздуха в первой половине вегетации в 2018 году. Продолжительность двух основных фаз развития гороха в 2016 и 2017 годах была приблизительно одинаковой и составила около 40 дней. В среднем за годы исследований среди анализируемых сортообразцов самая короткая продолжительность периода от всходов до массового цветения отмечена у Р-743-09 и Юбиляр (39 суток). Самый длительный период от всходов до массового цветения был у сортообразцов Л-20-03 и ЯГ-07-643 – 43 суток. Са-

мая короткая продолжительность периода от массового цветения до созревания отмечена у Аксайского усатого 55 и Л-20-03 (32 дня), а самый длительный – у Р-743-09 и Указ (37 дней). Самый короткий вегетационный период – 74 суток наблюдался у Аксайского усатого 55, ЯГ-06-83 и ЯГ-08-1269, а самый длительный период у сорта Указ – 77 суток. Выявлена достоверная положительная связь между продолжительностью всего вегетационного периода и длительностью периода от массового цветения до созревания ($r = 0,7 \pm 0,05$). Проведенный корреляционный анализ продолжительности вегетационного периода и его фаз от гидротермических условий показал, что наибольшее влияние погодные условия оказали на продолжительность периода всходы-цветение (таблица 4). На продолжительность вегетационного периода гороха более сильное влияние оказал температурный режим.

Таблица 4 – Зависимость продолжительности фаз развития растений сортов гороха от гидротермических условий Среднего Приамурья (2015-2022 гг.)

Период	Коэффициент корреляции (r) между:		
	Σ осадков, мм	Σt , °С	ГТК
Всходы-цветение	0,94*	0,61	0,72*
Цветение-созревание	-0,18	0,61	-0,49
Всходы-созревание	0,08	0,79*	-0,29

* связь достоверная на 5 % уровне значимости

Известна положительная зависимость между числом узлов до первого цветка и длительностью периода от всходов до начала цветения. Считается, что образование каждого дополнительного не цветущего узла задерживает цветение примерно на 2 дня (Давлетов, 2008). У сортообразцов с коротким периодом всходы-массовое цветение (Р-743-09 и Юбиляр) отмечено малое количество узлов до первого боба – в среднем 14,8 шт. и 13 шт. соответственно. Минимальное количество узлов до 1-го боба заложилось у листочкового сорта Ульяновец (12,5 шт.), максимальное – у сортообразцов Л-102-07, Л-75-06 и Л-20-03, превышающие стандарт на 1,8, 2,1 и 2,5 соответственно (таблица 5). Проведенный корреляционный анализ

выявил слабую положительную связь между продолжительностью периода от входов до массового цветения и числом узлов до 1-го боба ($r = 0,37 \pm 0,06$).

Таблица 5 – Число узлов до 1-го боба сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Число узлов до 1-го боба, шт.				\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	13,5	14,9	14,0	14,4	14,2	-
Л-102-07	16,4	16,4	16,7	14,4	16,0	+1,8
Л-104-13	15,5	15,2	15,1	14,5	15,1	+0,9
Л-75-06	16,1	16,2	15,6	17,2	16,3	+2,1
Л-20-03	15,4	16,9	17,2	17,2	16,7	+2,5
ЯГ-09-523	16,1	15,4	14,4	15,4	15,3	+1,1
ЯГ-07-652	15,8	15,0	17,4	15,4	15,9	+1,7
ЯГ-07-643	15,4	15,3	15,1	15,1	15,2	+1,0
ЯГ-07-599	13,6	14,6	16,0	14,1	14,6	+0,4
ЯГ-06-83	15,2	15,5	16,2	14,4	15,3	+1,1
ЯГ-08-1269	13,8	14,3	14,2	14,3	14,1	-0,1
Р-743-09	14,4	14,6	15,6	14,8	14,8	+0,6
Спартак	16,2	15,0	14,4	15,0	15,1	+0,9
Указ	15,5	15,4	15,6	14,0	15,1	+0,9
Юбиляр	13,5	12,9	12,6	12,9	13,0	-1,2
Ульяновец	12,8	12,8	12,4	12,2	12,5	-1,7

Сортообразец ЯГ-08-1269 за годы исследования имел вегетационный период на уровне стандарта (74 дня) при минимальном диапазоне изменчивости (12 дней), невысокое число узлов до 1-го боба (14,1 шт.) и относительно короткий генеративный период (34 дня).

Таким образом, в результате изучения данного набора сортообразцов гороха по длине вегетации, выделены генотипы, сочетающие оптимальную продолжительность вегетационного периода для возделывания в агроценозах Среднего Приамурья и дальнейшего создания нового исходного материала. В гидротермических условиях региона предпочтительны сорта гороха с относительно коротким периодом органогенеза, в том числе за счет укороченного репродуктивного периода, что позволяет ослабить неблагоприятное воздействие муссонных дождей. Установлено, что оптимальная продолжительность вегетационного периода

должна укладываться в 70 дней с учетом сева в 3-ей декаде апреля. В результате исследований выделились образцы:

- Аксайский усатый 55 (усатый морфотип), ЯГ-06-83, ЯГ-08-1269 (морфотип «хамелеон») по длине вегетационного периода (74 суток);
- Р-743-09 (морфотип «хамелеон») и Юбиляр (усатый морфотип) по минимальной продолжительности периода от всходов до массового цветения (39 суток) и по количеству узлов до 1-го боба (14,8 и 13,0 соответственно).

Выделившиеся сортообразцы можно использовать при селекции раннеспелых сортов гороха в гидротермических условиях Среднего Приамурья.

3.1.2 Устойчивость к полеганию

Недостаточная устойчивость сортов к полеганию остается актуальной проблемой и на сегодняшний день, несмотря на то, что решением этой проблемы селекционеры занимаются с конца 60-х годов 20-го столетия. Установлено, что у гороха, как и у других сельскохозяйственных культур, повышение устойчивости посевов к полеганию достигается в процессе селекции за счет уменьшения длины стебля. Короткостебельные сорта характеризуются более толстыми и плотными междоузлиями, имеющими развитую транспортную и механическую системы (Амелин, 1999. 2001. 2002). Несмотря на то, что многие современные районированные листочковые сорта гороха имеют высоту растения 60-90 см и в основном соответствуют оптимуму, ни один из них пока не является устойчивым к полеганию. Создание короткостебельных сортов с усатыми листьями сделало культуру более технологичной. Результаты изучения стабильности урожайности сортов гороха с усатым типом листа показали, что современные сорта проявляют свои преимущества перед листочковыми в основном при благоприятных погодных условиях и менее стабильны по урожайности при отклонении факторов внешней среды от оптимальных значений, как в сторону сильной засушливости, так и переувлажнения (Давлетов, 2008).

Среди изучаемого набора сортообразцов только один был с традиционным листочковым морфотипом (Ульяновец), 7 – с усатым: Аксайский усатый 55, Л-102-07, Л-104-13, Л-75-06, Л-20-03, Указ, Юбиляр и 8 сортообразцов с так называемым морфотипом «хамелеон». Отличительной особенностью хамелеона является ярусная гетерофилия, создающая у морфотипа повышенный биологический потенциал и высокие физиологические показатели продукционного процесса. Основная масса изученных сортообразцов в среднем за годы исследований имела длину междоузлий 4-5 см и высоту стебля от 64,1 до 74,4 см; длинные междоузлия – 7-9 см были у высокорослых усатых сортов Аксайский усатый 55 и Юбиляр и у листочкового сорта Ульяновец (таблица 6).

Таблица 6 – Высота стебля сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Высота стебля, см				\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i	Устойчивость к полеганию, в среднем за 4 года
	2015	2016	2017	2018			
Аксайский усатый 55, st	98,0	67,2	93,4	94,0	88,2	1,0	2
Л-102-07	86,2	49,6	72,6	70,5	69,7	1,1	4
Л-104-13	89,3	56,3	77,6	74,6	74,4	1,0	4
Л-75-06	75,0	49,6	73,2	64,5	65,6	0,8	4
Л-20-03	78,0	51,1	73,4	70,0	68,1	0,9	5
Яг-09-523	79,9	47,8	71,0	71,8	67,6	1,0	3
Яг-07-652	78,0	47,2	77,1	64,2	66,6	1,0	3
Яг-07-643	81,4	51,1	73,9	67,9	68,6	0,9	3
Яг-07-599	72,2	46,6	74,5	67,8	65,3	0,9	3
Яг-06-83	81,0	50,5	78,4	65,6	68,9	1,0	3
Яг-08-1269	79,6	51,2	78,6	75,6	71,2	1,0	2
Р-743-09	73,5	47,0	69,0	67,0	64,1	0,9	3
Спартак	80,8	49,2	72,9	65,8	67,2	1,0	3
Указ	88,7	56,1	75,4	61,8	70,5	0,9	3
Юбиляр	96,4	62,0	84,8	89,5	83,2	1,1	2
Ульяновец	116,0	60,5	92,8	96,8	91,5	1,6	2

Высота стебля у сортообразца Ульяновец значительно варьировала по годам, коэффициент регрессии у него выше 1, что говорит о сильной зависимости данного показателя от экологических условий. Все остальные сорта относительно стабильны по признаку длины стебля. Наименьшее варьирование признака отме-

чалось у сортообразцов Л-75-06, Л-20-03, Яг-07-599, и Р-743-09. Во все годы экологического испытания полегание стеблестоя отмечалось в период налива бобов, сильный ветер и осадки способствовали процессу. В условиях достаточной влагообеспеченности, устойчивость к полеганию в 5 баллов отмечена у сортообразца Л-20-03, устойчивость в 4 балла была характерна для усатых Л-102-07, Л-104-13, Л-75-06. Все остальные сортообразцы показали относительно низкую устойчивость к полеганию – 3 балла, а высокорослые Ульяновец, Юбиляр и Аксайский усатый 55 – 2 балла. Сортообразец Яг-08-1269 за годы исследований был самым высокорослым и урожайным среди всех «хамелеонов», его устойчивость к полеганию в среднем составила 2 балла. Необходимо отметить сортообразец Л-104-13: высота его стебля была выше других усатых сортообразцов (кроме высокорослого Юбиляра) и средняя урожайность – максимальная среди испытываемых сортообразцов, однако это не повлияло на устойчивость к полеганию. Большое влияние на устойчивость стеблестоя к полеганию оказывает и густота стояния растений, которая в свою очередь во многом зависит от полевой всхожести и выживаемости. Во все года испытаний норма высева семян была идентичной, а весь семенной материал имел высокую лабораторную всхожесть, поэтому можно считать, что характеристика по устойчивости к полеганию полностью зависит от условий произрастания. Проведя анализ полученных данных, можно рекомендовать Л-20-03 и Л-104-13 для селекции устойчивых к полеганию сортов.

3.1.3 Урожайность

Урожайность является основным критерием при отборе сортов для возделывания в том или ином регионе. Являясь комплексным показателем, урожайность позволяет судить о способности сорта реализовать свой генетический потенциал в конкретных почвенно-климатических условиях. На величину урожая в целом влияет генотип сорта, способность реагировать на изменяющиеся условия среды (его стабильность и пластичность), устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам. Создание сортов, сочетающих потенциальную продуктивность с

генетической защитой от лимитирующих факторов среды районов возделывания культуры, является одной из главных задач в селекции гороха.

Сложившиеся погодные условия в сильной степени повлияли на развитие растений и величину урожая (таблица 7). Средняя урожайность гороха в годы исследований составила 23,3 ц/га, при этом ни один из изучаемых сортообразцов достоверно не превысил по урожайности стандарт, однако несколько сортообразцов выделялись в конкретных гидротермических условиях года исследований.

Таблица 7 – Урожайность сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Урожайность, ц/га				\bar{X}	\pm к st, %	Коэффициент регрессии b_i
	2015	2016	2017	2018			
Аксайский усатый 55, st	20,5	24,4	23,4	38,4	26,7	100,0	1,9
Л-102-07	23,0	12,7	23,0	29,6	22,1	-17,2	1,6
Л-104-13	22,7	24,6	23,1	38,0	27,1	+1,5	1,7
Л-75-06	22,0	15,1	28,3	21,6	21,8	-18,4	0,4
Л-20-03	21,7	19,4	28,9	16,0	21,5	-19,5	-0,6
ЯГ-09-523	22,4	17,9	22,9	25,6	22,2	-16,8	0,7
ЯГ-07-652	19,8	20,6	14,4	35,2	22,5	-15,7	1,9
ЯГ-07-643	23,9	19,6	22,8	31,2	24,4	-8,6	1,2
ЯГ-07-599	19,7	17,5	20,0	25,6	20,7	-22,5	0,9
ЯГ-06-83	17,3	18,4	21,7	23,2	20,2	-24,3	0,6
ЯГ-08-1269	23,1	19,4	25,8	35,2	25,9	-3,0	1,7
Р-743-09	19,6	20,5	22,5	31,2	23,5	-12,0	1,3
Спартак	24,0	19,9	25,2	20,0	22,3	-16,5	-0,2
Указ	25,3	25,8	27,5	19,2	24,5	-8,2	-0,8
Юбиляр	21,2	23,8	19,1	32,8	24,2	-9,4	1,2
Ульяновец	20,0	19,3	18,4	39,0	24,2	-9,4	2,4
НСР	2,1	3,8	4,1	3,8	-	-	-
Индекс среды I_j	-1,70	-3,41	-0,40	5,52	-	-	-

Самую низкую урожайность сформировали сортообразцы ЯГ-06-83 (20,2 ц/га) и ЯГ-07-599 (20,7 ц/га), все остальные были на уровне стандарта. Наиболее благоприятные условия для формирования повышенной урожайности сложились в 2018 году (в среднем 28,9 ц/га при максимальном индексе условий окружающей среды $I_j = +5,52$). Она варьировала от 16 ц/га у Л-20-03 до 39 ц/га у сорта Ульяновец. Минимальная урожайность наблюдалась в избыточно влажном 2016 году (20,9 ц/га при $I_j = -3,41$). Она изменялась в пределах от 12,7 ц/га у Л-102-07 до

25,8 ц/га у сорта Указ. Несмотря на то, что горох относится к группе растений, мало требовательных к теплу, и способен расти и развиваться в широком диапазоне температур, именно температурный фактор в условиях Среднего Приамурья оказывает негативное воздействие на формирование урожая. На это указывает высокая отрицательная зависимость урожайности гороха от суммы температур за период вегетации ($r = -0,80$). Таким образом, урожайность изучаемой группы сортообразцов в значительной степени определяется сложившимися гидротермическими условиями.

Для сельскохозяйственного производства большое значение имеют экологически устойчивые сорта, способные формировать относительно стабильную по годам урожайность, как в благоприятных, так и неблагоприятных условиях возделывания. Ввиду этого, в практике используют такие понятия, как пластичность, стабильность и гомеостатичность. По этим критериям можно оценить адаптивность сортов. Урожайность изучаемых сортообразцов варьировала по годам. В качестве меры определения относительной стабильности сортов, как известно, может использоваться коэффициент вариации V – стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности (Доспехов, 1985). Отмечено, что сортообразцы Спартак, ЯГ-06-83 и ЯГ-09-523 имеют наименьшую амплитуду колебания, в то время как ЯГ-07-652 и Аксайский усатый 55 – наибольшую вариабельность признака (таблица 8).

Таблица 8 – Параметры пластичности, стабильности, гомеостатичности сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Показатели адаптивности					
	V, %	O	Hom	Пусс	bi	$\sigma^2 d$
Аксайский усатый 55, st	30,0	1,9	0,891	100,00	1,9	2,43
Л-102-07	31,6	1,6	0,698	64,86	1,6	2,35
Л-104-13	27,0	1,7	1,004	114,57	1,7	1,88
Л-75-06	24,8	0,4	0,877	80,33	0,4	5,65
Л-20-03	25,4	-0,6	0,846	76,61	-0,6	5,28

Продолжение таблицы 8

Сортообразец	Показатели адаптивности					
	V, %	O	Ном	Пусс	bi	σ^2d
ЯГ-09-523	14,4	0,7	1,544	144,25	0,7	0,48
ЯГ-07-652	39,6	1,9	0,569	53,85	1,9	5,70
ЯГ-07-643	20,1	1,2	1,212	124,36	1,2	0,29
ЯГ-07-599	16,7	0,9	1,241	108,17	0,9	0,03
ЯГ-06-83	13,7	0,6	1,470	124,68	0,6	0,48
ЯГ-08-1269	26,1	1,7	0,992	108,07	1,7	0,06
Р-743-09	22,6	1,3	1,036	102,28	1,3	0,38
Спартак	12,3	-0,2	1,818	170,46	-0,2	1,48
Указ	14,8	-0,8	1,649	169,75	-0,8	0,74
Юбиляр	24,9	1,2	0,973	99,22	1,2	2,83
Ульяновец	41,0	2,4	0,590	60,04	2,4	2,61

Экологическая пластичность – способность сорта к изменчивости признаков в различных условиях среды (Bradshaw, 1965). Она отражает степень приспособляемости сорта к условиям внешней среды – чем шире диапазон приспособляемости, тем выше его экологическая пластичность.

Одним из первых методов оценки пластичности сортов был предложен Д.И. Баранским в 1926 году. Коэффициент экологической пластичности (O) равен отношению среднего значения урожайности сорта к среднему квадратическому отклонению. В нашем случае наиболее пластичными по его оценке оказались сортообразцы Ульяновец, Аксайский усатый 55 и ЯГ-07-652.

Гомеостатичность – способность генотипа сводить к минимуму последствия неблагоприятных воздействий внешней среды в процессе формирования урожая. (Хангильдин, 1984). Высокая гомеостатичность проявляется прежде всего в стабильной урожайности зерна. Показатель Ном рассчитывается как отношение средней величины урожая к коэффициенту вариации. Высокая гомеостатичность присуща сортам с наименьшей вариабельностью признака. Среди изучаемых сортообразцов максимальная гомеостатичность зафиксирована у сортообразцов Спартак, Указ и ЯГ-09-523.

По мнению Э.Д. Неттевича (1985), более полную оценку стабильности сорта дает комплексный показатель, учитывающий одновременно уровень и стабильность урожайного сорта (Пусс). Его получают умножением средней урожайности

сорта на индекс стабильности (отношение средней урожайности на коэффициент вариации урожайности) и выражают в % к стандарту. В анализируемом нами наборе сортообразцов показатель уровня стабильности урожайности варьировал от 53,9% у ЯГ-07-652 до 170,5 % у сортообразца Спартак. Достоверно по уровню стабильности урожайности стандарт превысили Спартак, Указ и ЯГ-09-523.

S.F. Eberhart, W.A. Russell определяли пластичность как степень отзывчивости сорта на условия его выращивания, а стабильность – как устойчивость проявления признака в различных условиях среды. Ими предложено оценивать пластичность сорта по коэффициенту линейной регрессии (b_i) и дисперсии отклонений от регрессии ($\sigma^2 d$). Считается, что сорт, у которого b_i меньше 1, слабо реагирует на улучшение условий выращивания и является экстенсивным. Сорта, имеющие коэффициент регрессии больше 1 отзывчивы на улучшение условий, их относят к интенсивным. Если b_i равен или близок к единице, изменение урожайности полностью соответствует изменению условий выращивания. Экологически стабильность сорта – это способность генотипа в результате действия регуляторных механизмов поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды (Кильчевский, 1989). К стабильным относят сорт, у которого $b_i=1$ и $\sigma^2 d=0$. Наиболее близкими к этим значениям данные параметры отмечены у сортообразца ЯГ-07-599, средняя урожайность при этом была на уровне 20,7 ц/га, что значительно ниже стандарта. Высокая экологическая пластичность отмечена у сортообразцов Ульяновец, Аксайский усатый 55, Л-104-13, ЯГ-07-652 и ЯГ-08-1269. Эти сорта требуют высокий уровень агротехники, что обеспечивает им в сою очередь максимальную отдачу в урожае, их можно использовать для селекции интенсивных сортов гороха. Низкие значения коэффициента b_i характерны для сортообразцов ЯГ-06-83 и Спартак, которые способны формировать относительно одинаковую урожайность зерна при меняющихся условиях произрастания, а значит, они являются стабильными (амплитуда варьирования признака у них минимальна и составляет 5,3 и 5,9 ц/га соответственно). Как считают многие исследователи, наиболее полную информацию об уровне стабильности и пластичности сорта дает применение нескольких озвученных выше методов и в этом случае принцип ран-

жирования позволяет проводить оценку по сумме рангов, полученной каждым методом (таблица 9).

Таблица 9 – Ранжирование сортообразцов гороха по показателям адаптивности, определяемыми разными методами

Сортообразец	V, %	O	Ном	Пусс	bi	σ^2d	Сумма рангов
Аксайский усатый 55, st	13	2	11	10	2	10	48
Л-102-07	14	4	14	14	4	9	59
Л-104-13	12	3	8	6	3	8	40
Л-75-06	8	10	12	12	10	14	66
Л-20-03	10	12	13	13	12	13	73
ЯГ-09-523	3	8	3	3	8	5	30
ЯГ-07-652	15	2	16	16	2	15	66
ЯГ-07-643	6	6	6	5	6	3	32
ЯГ-07-599	5	7	5	7	7	1	32
ЯГ-06-83	2	9	4	4	9	5	33
ЯГ-08-1269	11	3	9	8	3	2	36
Р-743-09	7	5	7	9	5	4	37
Спартак	1	11	1	1	11	7	32
Указ	4	13	2	2	13	6	40
Юбиляр	9	6	10	11	6	12	54
Ульяновец	16	1	15	15	1	11	59

Проведя анализ полученных данных, можно отметить сортообразцы ЯГ-09-523, ЯГ-07-643, ЯГ-07-599, Спартак и ЯГ-06-83, занявшие по большинству методов оценки первые места и набравшие меньшую сумму рангов (от 30 до 33) как наиболее приспособленные для возделывания в условиях Среднего Приамурья. Однако, урожайность у них за годы исследований оказалась низкой, от 20,2 ц/га у ЯГ-06-83 до 24,4 ц/га у ЯГ-07-643, что значительно ниже стандарта. Все выделенные сортообразцы можно использовать при создании высокоурожайных сортов для различных уровней агротехники.

3.1.4 Элементы структуры урожая

Урожайность гороха в первую очередь зависит от количества растений на единицу площади и их продуктивности, которая в свою очередь определяется элементами структуры урожая. Продуктивность растений – сложный признак, обусловленный как генетической составляющей, так и взаимодействием генотипа со средой. В проведенных исследованиях выявлена положительная связь между урожайностью и массой семян с одного растения ($r=0,55\pm 0,06$).

Для эффективного селекционного процесса необходимо знать какие элементы продуктивности в той или иной зоне влияют в большей степени на урожай, а также, на сколько они изменяются в зависимости от погодных условий. Основными элементами, слагающими семенную продуктивность у гороха, являются такие показатели, как число продуктивных узлов, число бобов на продуктивный узел, число семян в бобе и масса 1000 семян. Важное значение в современной селекции гороха придается числу продуктивных узлов на растении. От него зависит скорость прохождения фазы цветения, а значит, более сжатый репродуктивный период, что позволяет уйти от неравномерности созревания, а в районах с излишней влажностью от склонности к израстанию и прорастанию на корню. Число продуктивных узлов представлено в таблице 10.

Таблица 10 – Число продуктивных узлов сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Число продуктивных узлов, шт.				\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	4,8	2,2	4,9	2,9	3,7	0,7
Л-102-07	5,3	2,2	6,7	4,3	4,6	1,0
Л-104-13	5,3	2,6	5,2	4,6	4,4	0,6
Л-75-06	3,9	2,0	8,0	2,3	4,0	1,4
Л-20-03	4,7	2,9	6,7	2,4	4,2	1,0
ЯГ-09-523	5,7	2,8	7,1	3,8	4,8	1,1
ЯГ-07-652	5,6	2,5	6,0	3,2	4,3	0,9
ЯГ-07-643	4,9	2,4	6,7	3,5	4,4	1,0
ЯГ-07-599	4,8	2,8	6,3	2,8	4,2	0,9
ЯГ-06-83	6,3	3,1	8,9	4,5	5,7	1,4

Продолжение таблицы 10

Сортообразец	Число продуктивных узлов, шт.				\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i
	2015	2016	2017	2018		
ЯГ-08-1269	5,6	2,5	7,6	4,5	5,0	1,2
Р-743-09	5,6	3,0	6,7	4,2	4,9	0,9
Спартак	5,6	3,1	7,6	3,2	4,9	1,2
Указ	5,6	2,8	7,8	3,4	4,9	1,3
Юбиляр	5,3	2,5	4,8	3,5	4,0	0,6
Ульяновец	5,0	2,4	6,0	4,8	4,5	0,8

Максимальное число продуктивных узлов за годы исследований сформировалось в относительно благоприятном 2017 году (от 4,8 шт. у Юбиляра до 8,9 шт. у ЯГ-06-83); минимальное – в избыточно увлажненном 2016 году (от 2,0 шт. у Л-75-06 до 3,1 шт. у ЯГ-06-83 и Спартак). По числу продуктивных узлов достоверно превысили стандарт сортообразцы ЯГ-09-523, ЯГ-06-83, ЯГ-08-1269, Р-743-09, Спартак и Указ, у остальных показатель был на уровне стандарта. При этом из них наиболее пластичными по данному признаку были сортообразцы ЯГ-06-83, Л-75-06 и Указ. Число бобов на продуктивном узле представлено в таблице 11.

Таблица 11 – Число бобов на продуктивном узле сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Число бобов на продуктивном узле, шт.				\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	0,0
Л-102-07	1,7	1,6	1,5	1,5	1,6	0,8
Л-104-13	1,7	1,5	1,4	1,2	1,4	1,7
Л-75-06	1,8	1,5	1,4	1,4	1,5	1,5
Л-20-03	1,8	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4
ЯГ-09-523	1,7	1,6	1,4	1,3	1,5	1,5
ЯГ-07-652	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	0,4
ЯГ-07-643	1,8	1,6	1,5	1,6	1,6	0,9
ЯГ-07-599	1,7	1,6	1,5	1,6	1,6	0,5
ЯГ-06-83	1,7	1,6	1,5	1,2	1,5	1,6
ЯГ-08-1269	1,7	1,5	1,4	1,3	1,5	1,4
Р-743-09	1,6	1,6	1,2	1,3	1,4	1,5
Спартак	1,8	1,6	1,5	1,3	1,6	1,7
Указ	1,5	1,6	1,4	1,2	1,4	1,0
Юбиляр	1,6	1,7	1,5	1,6	1,6	0,3
Ульяновец	1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	0,1

По числу бобов, приходящихся на продуктивный узел, максимальное значение за все года исследований (1,8 шт.) отмечено в 2015 году у сортообразцов Л-75-06, Л-20-03, ЯГ-07-643 и Спартак. Однако в среднем этот показатель оказался максимальным у сорта - стандарта – 1,7 шт. У 6 сортообразцов показатель на уровне стандарта, у большинства – достоверно ниже уровня стандарта. Высокая пластичность по этому признаку выявлена у Л-104-13, ЯГ-06-83, Спартак.

Максимальное число бобов сформировалось в благоприятном 2017 году, значения колебались от 7,4 шт. у Юбиляра до 13,2 шт. у ЯГ-06-83 (Таблица 12).

Таблица 12 – Число бобов на растении у сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Число бобов, шт.				\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018		
1	2	3	4	5	6	7
Аксайский усатый 55, st	8,2	3,8	8,4	4,9	6,3	-
Л-102-07	9,0	3,5	10,3	6,5	7,3	+1,0
Л-104-13	8,9	4,0	7,5	5,5	6,5	+0,2
Л-75-06	7,1	3,1	11,4	3,2	6,2	-0,1
Л-20-03	8,5	4,2	9,3	3,5	6,4	+0,1
ЯГ-09-523	9,6	4,5	9,8	4,8	7,2	+0,9
ЯГ-07-652	8,7	3,6	8,1	4,4	6,2	-0,1
ЯГ-07-643	8,7	4,0	10,2	5,5	7,1	+0,8
ЯГ-07-599	8,2	4,4	9,2	4,5	6,6	+0,3
ЯГ-06-83	10,5	5,0	13,2	5,3	8,5	+2,2
ЯГ-08-1269	9,5	3,7	10,8	5,9	7,5	+1,2
Р-743-09	9,2	4,9	8,4	5,6	7,0	+0,7
Спартак	10,4	5,0	11,7	4,1	7,8	+1,5
Указ	8,6	4,6	11,3	4,0	7,1	+0,8
Юбиляр	8,6	4,2	7,4	5,5	6,4	+0,1
Ульяновец	7,9	3,5	9,0	7,6	7,0	+0,7

Сортообразец ЯГ-06-83 имел максимальное значение показателя на протяжении трех лет, которые были контрастными по гидротермическим условиям. Достоверно превысили стандарт по среднему показателю числа бобов на растении сортообразцы ЯГ-06-83 (8,5 шт.) и Спартак (7,8 шт.), все остальные были на уровне стандарта.

Число семян в бобе за годы исследований варьировало незначительно, что говорит об экологической стабильности данного показателя. Максимальное число семян в бобе сформировалось во все года испытаний у сорта – стандарта 4,9 шт. По числу семян в бобе все сортообразцы значительно уступали стандартному сорту (таблица 13).

Таблица 13 – Число семян в бобе у сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Число семян в бобе, шт.				\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	5,3	4,8	4,9	4,6	4,9	3,8
Л-102-07	3,0	2,8	3,2	2,6	2,9	1,8
Л-104-13	4,1	4,4	4,4	4,3	4,3	-1,4
Л-75-06	4,1	3,9	3,6	3,7	3,8	2,2
Л-20-03	3,7	3,9	3,9	3,6	3,8	0,0
ЯГ-09-523	3,4	3,2	3,1	3,0	3,2	2,1
ЯГ-07-652	3,7	3,7	3,8	3,6	3,7	0,4
ЯГ-07-643	3,9	3,6	3,4	3,7	3,6	1,5
ЯГ-07-599	3,6	3,5	3,8	3,6	3,6	0,0
ЯГ-06-83	3,2	3,0	3,4	3,0	3,1	1,0
ЯГ-08-1269	4,1	4,0	3,6	4,3	4,0	-0,4
Р-743-09	3,6	3,4	3,3	3,7	3,5	0,0
Спартак	3,5	3,3	3,0	3,2	3,2	1,8
Указ	3,3	3,3	3,5	3,0	3,3	1,1
Юбиляр	4,7	4,4	4,6	4,5	4,5	1,3
Ульяновец	4,5	4,4	4,3	4,4	4,4	0,7

Установлена высокая пластичность по показателю у сортообразцов Аксайский усатый 55, Л-75-06, Л-102-07, ЯГ-09-523 и Спартак.

Основное количество сортообразцов имело среднюю массу 1000 семян – от 200,5 г до 233,1 г. У стандарта, Л-20-03, ЯГ-06-83, ЯГ-08-1269 сформировалось наиболее мелкое зерно с массой 1000 семян от 182,1 г до 196,6 г (таблица 14). Наиболее крупное зерно в среднем за четыре года отмечено у ЯГ-07-652, самое мелкое – у Юбиляра. При этом высокая пластичность по показателю отмечена у Л-20-03, Указ и Л-104-13.

Таблица 14 – Масса 1000 семян у сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Масса 1000 семян, г				\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i
	2015	2016	2017	2018		
1	2	3	4	5	6	7
Аксайский усатый 55, st	177,3	189,0	180,0	182,0	182,1	0,1
Л-102-07	226,1	217,2	254,7	226,0	231,0	0,7
Л-104-13	206,4	239,2	258,0	214,0	229,4	1,7
Л-75-06	228,8	237,2	259,3	207,0	233,1	1,6
Л-20-03	197,4	195,5	236,7	157,0	196,6	2,3
Яг-09-523	197,0	229,5	229,3	197,0	213,2	1,4
Яг-07-652	239,1	256,2	226,7	232,0	238,5	0,1
Яг-07-643	214,3	231,0	232,7	210,0	222,0	0,9
Яг-07-599	195,9	207,5	220,0	211,0	208,6	0,4
Яг-06-83	178,0	207,0	208,0	179,0	193,0	1,2
Яг-08-1269	191,0	198,5	199,3	178,0	191,7	0,7
Р-743-09	186,1	200,5	225,3	190,0	200,5	1,2
Спартак	187,7	222,2	220,0	197,0	206,7	1,1
Указ	222,8	212,8	254,0	189,0	219,6	1,8
Юбиляр	174,3	173,0	163,3	159,0	167,4	0,1
Ульяновец	217,3	232,2	209,3	193,0	212,9	0,7

Масса семян с растения довольно вариабельный признак, в наших исследованиях самое низкое значение признака наблюдалось в переувлажненном 2016 году (среднее значение по сортам 3,3 г), а самые высокие показатели были достигнуты в благоприятном 2017 году (8,4г). В среднем за четыре года среди изученных сортообразцов только Л-104-13 и Ульяновец сформировали массу семян с растения на уровне стандарта, остальные значительно ниже его (таблица 15).

Таблица 15 – Масса семян с растения у сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Масса семян с растения, г				\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	13,6	3,5	8,9	4,8	7,7	-
Л-102-07	6,1	2,2	8,8	3,7	5,2	-2,5
Л-104-13	7,5	4,2	8,0	4,8	6,1	-1,6
Л-75-06	6,7	2,9	10,5	2,7	5,7	-2,0
Л-20-03	6,2	3,3	10,1	2,0	5,4	-2,3

Продолжение таблицы 15

Сортообразец	Масса семян с растения, г				\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018		
Яг-09-523	6,4	3,3	6,9	3,2	4,9	-2,8
Яг-07-652	7,7	3,4	7,4	4,4	5,7	-2,0
Яг-07-643	7,2	3,2	8,1	3,9	5,6	-2,1
Яг-07-599	5,8	3,2	7,2	3,2	4,8	-2,9
Яг-06-83	5,6	3,2	8,7	2,9	5,1	-2,6
Яг-08-1269	7,4	3,1	7,0	4,4	5,5	-2,2
Р-743-09	6,2	3,3	8,0	3,9	5,3	-2,4
Спартак	6,8	3,6	8,1	2,5	5,2	-2,5
Указ	6,3	3,4	10,1	2,4	5,5	-2,2
Юбиляр	7,0	3,2	7,8	4,1	5,5	-2,2
Ульяновец	7,7	3,7	9,2	5,9	6,6	-1,1

Проведенный нами корреляционный анализ показал, что степень влияния отдельных элементов структуры урожая на продуктивность растений различна (таблица 16).

Таблица 16 – Коэффициенты корреляции между массой семян с растения и элементами структуры урожая

Коррелируемые признаки	Масса семян с растения				За период 2015-2020 гг.
	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.	
Число продуктивных узлов	-0,24	0,32*	0,23*	0,55*	0,81*
Число бобов на продуктивном узле	-0,02	-0,15	0,07	0,40*	0,14
Число бобов на 1 растении	-0,27	0,25*	0,29*	0,76*	0,84*
Число семян в бобе	0,78*	0,52*	0,11	0,67*	0,30*
Масса 1000 смян	-0,19	0,19*	0,37*	0,19*	0,21

* связь достоверная на 5 % уровне значимости

Наиболее выраженное влияние отдельных элементов продуктивности в условиях Среднего Приамурья отмечено в благоприятном 2018 году при максимальной средней урожайности сортообразцов. Выявлена тесная связь между массой семян с растения и числом бобов на растении ($r = 0,76$). Корреляция массы семян с растения от числа бобов, приходящихся на продуктивный узел и массой

1000 семян за годы исследований колебалась от очень слабой до средней. Достоверная в трех из четырех лет исследований связь на внутрисортовом уровне выявлена между массой семян и числом семян в бобе ($r =$ от 0,52 до 0,78). Проведенный нами корреляционный анализ показал, что основной вклад в урожайность вносят число продуктивных узлов ($r = 0,81$) и число бобов на одном растении ($r = 0,84$). Таким образом, повышение семенной продуктивности растения может быть достигнуто, прежде всего, за счет увеличения у них числа бобов на растении и числа семян в бобе.

3.1.5 Содержание белка в зерне гороха

Одно из главных направлений в селекции гороха – создание высокоурожайных сортов с высоким содержанием белка в зерне. Показано, что содержание белка зависит от сортовых особенностей и погодных условий (Бердышев, 1966; Давлетов, 2008; Макашева, 1973, 1979; Чекрыгин, 1970; Шепель, 2018; Vītane, 2012). В среднем, за годы исследований содержание белка у изучаемых сортообразцов менялось от 18,4 % в переувлажненном 2016 году до 23,9 % в благоприятном 2017 году (Приложение Д). Наибольшее содержание белка, достоверно превышающее стандарт, отмечено у Яг-07-652 (24,5%), ЯГ-07-599 и Спартак (по 23,2 %). У остальных сортообразцов данный показатель находился на уровне стандарта – 21,6 %. Важным показателем является также количество белка с 1 га. В результате проведенных расчетов наибольший выход белка отмечен у Л-104-13 (5,13 ц/га) и Аксайского усатого 55 (4,96 ц/га), у остальных – значительно ниже. Расчет коэффициента регрессии b_1 показал, что в основном все сортообразцы стабильны по данному признаку. Наибольшая реакция на изменяющиеся условия произрастания отмечена у Аксайского усатого 55 и Юбиляр, амплитуда колебания показателя у них составила 7,4 %. Самый низкий коэффициент вариации признака отмечен у сортообразца Р-743-09, среднее содержание белка было на уровне 22,9 %. Проведенный корреляционный анализ показал слабую отрицательную зависимость содержания белка от урожайности ($r = -0,31 \pm 0,07$) и слабую положитель-

ную зависимость сбора белка с площади от массовой доли белка в зерне ($r = 0,41 \pm 0,06$). Нами был проведен анализ сопряженности этих двух показателей (рисунок 10).

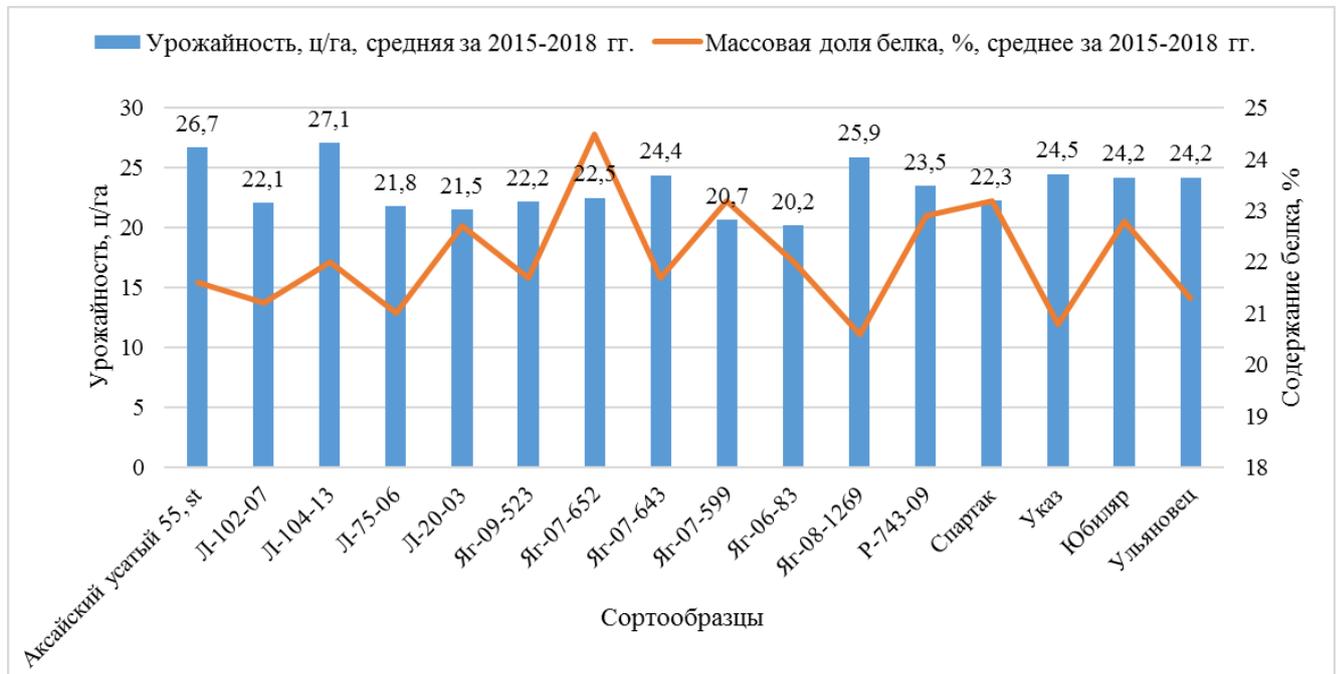


Рисунок 10 – Сопряженность содержания белка с урожайностью у сортообразцов гороха, в среднем за 4 года

На графике четко видно, что самые урожайные сортообразцы имеют низкое содержание белка. При этом сортообразец ЯГ-07-652 отличается высоким содержанием белка на фоне среднего показателя урожайности. Это говорит о возможности сочетания высокого уровня данных показателей в одном генотипе.

Таким образом, сравнительная оценка перспективных линий и сортов гороха различного географического происхождения позволила выделить сортообразцы с наивысшими показателями элементов продуктивности, а также наиболее полно реализующие свой генетический потенциал в условиях Среднего Приамурья:

1. Сортообразцы Аксайский усатый 55 и Л-104-13 в гидротермических условиях Среднего Приамурья обладают максимальной урожайностью. Высокая продуктивность сортообразца Аксайский усатый 55 формируется за счет числа

бобов на продуктивный узел и числа семян бобе. Линия Л-104-13 обладает высокой устойчивостью к полеганию. Оба сортообразца имели высокий сбор белка с гектара и обладают высокой экологической пластичностью. Их можно использовать в селекции интенсивных высокоурожайных сортов гороха.

2. Наиболее адаптивными к условиям Среднего Приамурья оказались сортообразцы с высоким числом продуктивных узлов - Указ (усатый лист), Спартак и Яг-06-83 (ярусная гетерофиллия). Сортообразец Спартак имел большое число бобов на растении и высокое содержание белка в зерне; сортообразец Указ – наибольшую урожайность среди них; оба сортообразца имели наивысший показатель гомеостатичности. Все эти сортообразцы отличаются стабильностью и могут быть использованы в селекции урожайных сортов с различным уровнем агротехники.

3. Сортообразцы Л-20-03и Л-104-13 можно рекомендовать для селекции устойчивых к полеганию сортов.

4. Сортообразцы Р-743-09, ЯГ-06-83, ЯГ-08-1269, Юбиляр и Аксайский усатый 55 можно использовать при селекции раннеспелых сортов для Среднего Приамурья.

5. Сортообразец ЯГ-07-652 отличается высоким содержанием белка на фоне среднего показателя урожайности, его можно использовать при селекции высокобелковых сортов для условий Среднего Приамурья.

3.2 Экологическое испытание современных сортов и линий фасоли зерновой

Всего в экологическом испытании фасоли участвовали 12 сортов и линий созданных и любезно предоставленных ФГБНУ ВНИИЗБК и одна местная линия, однако число исследуемых сортообразцов различалось по годам. Для анализа полученных данных сортообразцы были поделены на две группы: 1-я группа – сортообразцы Рубин, Шоколадница, Стрела, Местная, линии 28-415, 08-551, 08-221, 08-554, годы изучения 2015-2018гг; 2-я группа – линии 12-322, 09-197, 09-180, 05-75, годы изучения 2016-2019 гг.

Стандартом во все года служил сорт Гелиада. В ходе проведенных исследований оценивались продолжительность вегетационного периода, урожайность и основные хозяйственно-ценные признаки (Приложение Е).

3.2.1 Вегетационный период

В условиях Среднего Приамурья продолжительность вегетационного периода оказывает значительное влияние на созревание семян фасоли, а значит и на качество семенного материала. Лимитирующим фактором при выборе сортов для производства является ограниченный тепловой ресурс, а также реакция сортов на длину дня. Продолжительность вегетационного периода (у различных сортов от 60 до 200 дней) зависит от сорта, погодных условий, широты местности и высоты над уровнем моря (Шаманин, 2013). Общая продолжительность вегетационного периода зависит в основном от длительности фаз: всходы-цветение, цветение и цветение-созревание. Вегетационный период кустовых форм фасоли отличается более сжатым периодом цветения (20-25 суток), что в целом отражается на всей продолжительности вегетации. Варьирование продолжительности по периодам вегетации сортообразцов фасоли в годы проведения экологического испытания объясняется контрастными гидротермическими условиями конкретных лет. Основные периоды роста и развития фасоли в 2017 году проходили в оптимальных условиях, что благоприятно отразилось на продолжительности периода вегетации и продуктивности растений. Крайне неблагоприятные условия в период налива бобов и созревания в 2016 году ($ГТК=2,5$) и в первую половину вегетации в 2018 году ($ГТК=2,9$) негативно повлияли на развитии растений, тем самым удлиняя или укорачивая продолжительность вегетационного периода. В условиях постоянного переувлажнения рост и развитие растений были близки к средним показателям (рисунок 11).

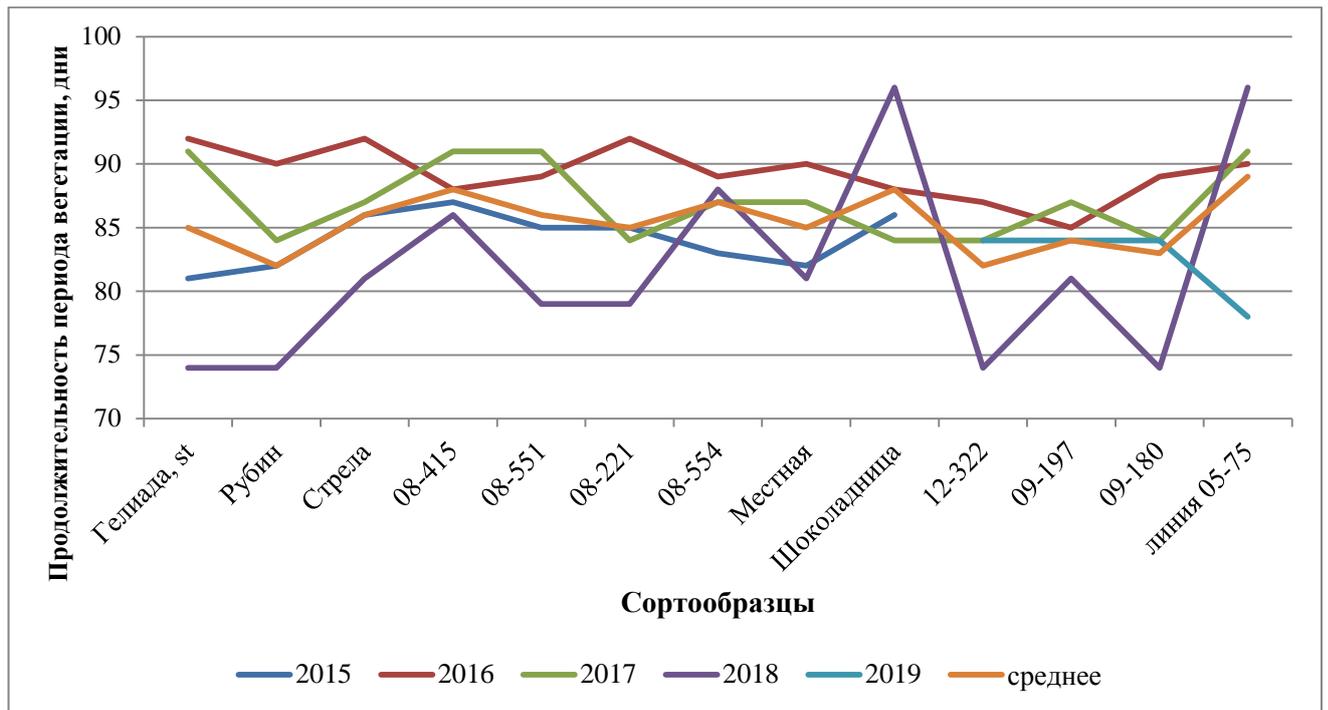


Рисунок 11 – Влияние гидротермических условий на продолжительность периода вегетации сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья

В условиях Среднего Приамурья все испытываемые сортообразцы относятся к среднеспелым, продолжительность вегетации в среднем за годы исследований составила от 82 (Рубин, 12-322) до 89 суток (05-75). Отмечаются сортовые различия между изучаемыми сортообразцами по продолжительности вегетационного периода в равных гидротермических условиях. Диапазон изменчивости продолжительности вегетационного периода в зависимости от гидротермических условий у сортообразцов фасоли составил 5-18 дней. Максимальных значений он достигал у образцов: 05-75, Гелиада, Рубин – 16-18 дней, минимальное – 5-6 дней у сортообразцов: 08-415, 08-554 и 09-197. Сортообразцы Шоколадница и линия 05-75 наиболее выражено отреагировали на прохладный и сухой периоды налива бобов в 2018 году, увеличив тем самым продолжительность всего вегетационного периода на 12 и 5 дней соответственно по сравнению с наиболее благоприятным 2017 годом.

Минимальная продолжительность вегетационного периода (82 суток) наблюдалась в 2018 году, этому способствовала сухая погода в период налива и

созревания бобов; максимальная – 89 суток – в переувлажненный 2016 год (таблица 17).

Таблица 17 – Продолжительность вегетационного периода (всходы - созревание) у сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Продолжительность вегетационного периода, сутки					\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018	2019		
Гелиада, st	81	92	91	74	86	85	-
Рубин	82	90	84	74	-	82	-3
Стрела	86	92	87	81	-	86	+1
08-415	87	88	91	86	-	88	+3
08-551	85	89	91	79	-	86	+1
08-221	85	92	84	79	-	85	0
08-554	83	89	87	88	-	87	+2
Местная	82	90	87	81	-	85	0
Шоколадница	86	88	84	96	-	88	+3
12-322	-	87	84	74	84	82	-3
09-197	-	85	87	81	84	84	-1
09-180	-	89	84	74	84	83	-2
05-75	-	90	91	96	78	89	+4

Средняя продолжительность вегетационного периода у сортообразца 09-197 составила 84 суток, у 09-180 – 83 суток, а у сортообразцов Рубин и 12-322 – 82 суток, что меньше, чем у стандартного сорта Гелиада на 1, 2 и 3 суток соответственно. Продолжительность отдельных фаз вегетационного периода варьировала в зависимости от текущих гидротермических условий, основную часть вегетационного периода (60-70 %) составляет период цветения-созревание (таблица 18).

Таблица 18 – Продолжительность периода всходы - массовое цветение у сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Продолжительность периода всходы - массовое цветение, сутки					\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018	2019		
Гелиада, st	39	32	28	27	28	31	-
Рубин	39	39	28	27	-	33	+2
Стрела	41	39	30	30	-	35	+4
08-415	42	36	30	27	-	34	+3
08-551	41	36	30	32	-	35	+4

Продолжение таблицы 18

Сортообразец	Продолжительность периода всходы - массовое цветение, сутки					\bar{X}	Отклонение от стандар- та
	2015	2016	2017	2018	2019		
08-221	39	39	28	32	-	34	+3
08-554	42	46	30	32	-	38	+7
Местная	41	36	30	32	-	35	+4
Шоколадница	44	43	36	32	-	39	+8
12-322	-	39	28	32	28	32	+1
09-197	-	36	28	27	28	30	-1
09-180	-	42	32	32	36	36	+5
05-75	-	46	36	32	36	38	+7

Так, средняя продолжительность периода всходы-массовое цветение как в относительно прохладный 2015, так и влажный 2016 годы удлинялась в среднем на 10 дней по сравнению с более благоприятным 2017 годом, ГТК при этом был 2,1; 1,8 и 1,2 соответственно. Гидротермические условия данного периода в 2018 году были крайне неблагоприятны (ГТК=2,9), растения были угнетены длительным переувлажнением почвы, что в дальнейшем отразилось на урожайности, при этом продолжительность периода существенно не изменилась. Самый короткий период «всходы - массовое цветение» за годы исследований наблюдался у сортообразца 09-197 (30 суток), незначительное увеличение периода (от 1 до 3 суток) по сравнению со стандартным сортом отмечено у сортообразцов 12-322, Рубин, 08-415 и 08-221.

Продолжительность межфазных периодов влияет на формирование того или иного значения показателей продуктивности, что особенно важно в селекции на скороспелость. Выявлена слабая положительная связь между продолжительностью периода «всходы - созревание» и «всходы - массовое цветение» ($r = 0,38 \pm 0,08$).

Проведенный корреляционный анализ продолжительности вегетационного периода и его фаз от гидротермических условий показал, что наибольшее влияние погодные условия оказали на продолжительность периода всходы - цветение (таблица 19).

Таблица 19 – Зависимость продолжительности фаз развития растений сортов фасоли от гидротермических условий Среднего Приамурья

Период	Коэффициент корреляции (r) между:		
	Σ осадков, мм	$\Sigma t, ^\circ\text{C}$	ГТК
Всходы-цветение	0,98*	0,69*	0,92*
Цветение-созревание	-0,49	0,10	-0,90
Всходы-созревание	0,85*	0,99*	0,39*

* связь достоверная на 5 % уровне значимости

В целом на продолжительность всего вегетационного периода фасоли более сильное влияние оказал температурный режим.

Таким образом, в результате изучения данного набора сортообразцов фасоли по длине вегетации, выделены генотипы, имеющие оптимальную продолжительность вегетационного периода для возделывания в агроценозах Среднего Приамурья и дальнейшего создания нового исходного материала. Установлено, что оптимальная продолжительность вегетационного периода должна быть в пределах 85 дней, при этом продолжительность фазы всходы - массовое цветение не должна превышать 35 дней, тем самым обеспечивая дружное созревание семян в первой половине сентября. В результате исследований сортообразцы 09-197, 12-322 и Рубин, выделившиеся по продолжительности отдельных периодов и вегетационного периода в целом, рекомендуем использовать в селекции на скороспелость.

3.2.2 Характеристика сортообразцов по уровню урожайности, пластичности и стабильности

Урожайность сортообразцов сильно варьировала по годам и определялась гидротермическим режимом периода вегетации (таблица 20).

Таблица 20 – Урожайность у сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Урожайность, ц/га					\bar{X}	\pm к st, %
	2015	2016	2017	2018	2019		
Гелиада, st	15,3	17,7	26,6	7,1	19,8	17,3	100,0
Рубин	16,1	15,6	28,8	9,2	-	17,4	+100,6
Стрела	12,3	9,1	22,4	9,6	-	13,4	-79,2
08-415	12,6	14,9	23,0	7,3	-	14,4	-83,2
08-551	13,9	13,3	25,3	10,1	-	15,6	-90,2
08-221	8,5	8,2	13,7	4,8	-	8,8	-50,9
08-554	8,9	11,6	16,9	5,6	-	10,8	-62,4
Местная	8,5	12,6	19,7	3,4	-	11,0	-63,6
Шоколадница	15,3	18,4	26,2	7,5	-	16,8	-97,1
12-322	-	12,9	24,1	6,4	14,4	14,4	-83,2
09-197	-	18,5	28,2	5,4	17,6	17,4	+100,6
09-180	-	21,7	25,2	7,0	17,7	17,9	+103,5
05-75	-	13,6	22,2	5,1	18,7	14,9	-86,1
НСР ₀₅	1,0	5,3	2,5	3,0	2,7	-	-
Индекс среды Ij	-5,2	-0,41	6,73	-6,63	-6,65	-	-

Средняя урожайность фасоли за годы исследований, согласно нашим данным, составила 14,6 ц/га, наиболее благоприятные условия для формирования повышенной урожайности сложились в 2017 году (в среднем 23,2 ц/га при максимальном индексе условий окружающей среды $I_j = +6,73$). Она варьировала от 13,7 ц/га у сортообразца 08-551 до 28,8 ц/га у Шоколадницы. Минимальная урожайность наблюдалась в 2018 году (6,8 ц/га при $I_j = -6,63$). Она менялась от 3,4 ц/га у 08-554 до 10,1 ц/га у сортообразца 08-415.

На резкое снижение урожайности повлияло недостаточное развитие растений в первой половине вегетации из-за недобора тепла (наблюдался самый низкий температурный режим за все годы исследований), а также большое количество осадков, способствующих угнетению растений от недостатка кислорода. В среднем за годы исследований всего 3 сортообразца показали урожайность на уровне стандарта, остальные оказались значительно ниже. Это линии 09-180 (17,9 ц/га), 09-197 и сорт Рубин (17,4 ц/га), при этом превышение у сорта Рубин наблюдалось в трех из четырех лет испытаний.

Гидротермические условия Среднего Приамурья в целом отвечают биологическим потребностям фасоли, однако именно недобор тепла больше всего влияет на возможность растений реализовать свой генетический потенциал. На это указывает положительная зависимость урожайности фасоли от суммы температур за период вегетации ($r = 0,60$), связь достоверная на 5 % уровне значимости. Регион достаточно обеспечен влагой, зависимость урожайности от количества выпавших осадков слабая.

Для характеристики адаптивной способности сорта используют различные методы, отличающиеся по степени сложности вычислений, информативности, объективности и разрешающей способности. Поэтому для более точной оценки сортообразцов необходимо использовать несколько из них (таблица 21).

Таблица 21 – Параметры пластичности, стабильности, гомеостатичности сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Показатели адаптивности					
	V, %	O	Ном	Пусс	bi	$\sigma^2 d$
Гелиада, st	46,4	2,5	0,373	100,00	0,2	14,77
Рубин	47,1	2,5	0,370	100,72	0,4	16,59
Стрела	46,4	2,0	0,288	77,17	0,2	12,49
08-415	45,2	2,7	0,320	83,53	0,2	36,16
08-551	42,5	2,3	0,369	90,46	0,1	12,73
08-221	41,7	2,6	0,211	50,87	0,2	4,06
08-554	44,4	1,0	0,242	62,14	0,5	5,27
Местная	62,3	1,4	0,177	63,87	0,3	6,74
Шоколадница	45,9	1,3	0,367	97,40	0,4	14,76
12-322	50,6	2,1	0,286	83,53	0,1	19,20
09-197	53,6	2,2	0,325	100,72	0,2	30,19
09-180	44,1	2,6	0,406	103,47	0,0	27,40
05-75	49,8	2,2	0,299	86,13	-0,1	26,07

Анализ полученных значений коэффициента вариаций (V) подтверждает сильную изменчивость урожайности по годам. Минимальное значение V из всех отмечено у самого низкоурожайного сортообразца 08-221 (41,7 % при средней урожайности 8,8 ц/га), самое высокое – у сортообразца Местная (62,3 %). Максимальный коэффициент экологической пластичности (O) отмечен у сортообразцов 08-415 и 08-221. Для сортообразца 09-180 характерны два максимальных показателя

теля (Ном и Пусс) и также высокий коэффициент экологической пластичности (О). Однако, если анализировать полученные значения коэффициента b_i , можно прийти к выводу, что данный набор сортообразцов имеют одинаковую пластичность. Все изучаемые сорта слабо реагируют на улучшение условий среды.

Значения среднего квадратического отклонения сортообразцов ($\sigma^2 d$) находились в пределах от 4,06 (08-221) до 36,16 (08-415). Минимальные значения параметра стабильности были характерны для низкоурожайных сортообразцов 08-221, 05-554 и Местная. В связи с этим необходимо отметить сорт Рубин, сочетающий высокую среднюю урожайность (17,4 ц/га) с относительно малым отклонением $\sigma^2 d$ (16,6). Проведенное ранжирование сортообразцов по параметрам пластичности и стабильности представлено в таблице 22.

Таблица 22 – Ранжирование сортообразцов фасоли по показателям адаптивности, определяемыми разными методами

Сортообразец	V, %	О	Ном	Пусс	b_i	$\sigma^2 d$	Сумма рангов
Гелиада, st	7	3	2	3	4	7	26
Рубин	8	3	3	2	2	8	26
Стрела	7	7	9	8	4	4	39
08-415	5	1	7	7	4	13	37
08-551	2	4	4	5	5	5	25
08-221	1	2	12	11	4	1	31
08-554	4	10	11	10	1	2	38
Местная	12	8	13	9	3	3	48
Шоколадница	6	9	5	4	2	6	32
12-322	10	6	10	7	5	9	47
09-197	11	5	6	2	4	12	40
09-180	3	2	1	1	6	11	24
05-75	9	5	8	6	7	10	45

В наших исследованиях сортообразцы 09-180, 08-551, Рубин и Гелиада, набравшие меньшую сумму рангов по большинству методов оценки (от 24 до 26), наиболее приспособлены для возделывания в условиях Среднего Приамурья для получения высоких и стабильных урожаев, их можно использовать при создании высокоурожайных сортов для различных уровней агротехники.

3.2.3 Элементы структуры урожая фасоли.

Урожайность фасоли в условиях Среднего Приамурья сильно зависит от продуктивности растений, что подтверждается нашими исследованиями: выявлена тесная зависимость между урожайностью и массой семян с одного растения ($r=0,92 \pm 0,03$). Основные элементы продуктивности зерновой фасоли – число бобов и семян на растении, число семян в бобе и масса 1000 семян (Зайцев, 1988; Казыдуб, 2013; Пивоваров, 2013). Число бобов на растении за годы исследований варьировало в среднем от 5,4 шт. в самый неблагоприятный 2018 год до 10,5 шт. в оптимальный по своим гидротермическим условиям 2017 год (таблица 23).

Таблица 23 – Число бобов на растении у сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Число бобов, шт.					\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018	2019		
Гелиада, st	9,0	7,4	11,6	5,0	6,0	7,8	-
Рубин	7,8	8,4	8,3	4,9	-	7,4	-0,4
Стрела	8,2	7,4	10,9	6,8	-	8,3	+0,5
08-415	8,8	10,4	13,1	6,3	-	9,6	+1,8
08-551	7,3	7,2	10,0	7,0	-	7,9	+0,1
08-221	7,4	7,4	9,4	4,4	-	7,2	-0,6
08-554	7,2	8,1	10,2	6,0	-	7,9	+0,1
Местная	4,8	4,8	7,8	3,4	-	5,2	-2,6
Шоколадница	8,1	9,0	12,6	5,6	-	8,8	+1,0
12-322	-	8,5	13,4	7,1	7,2	9,0	+1,2
09-197	-	5,4	8,9	3,7	3,7	5,4	-2,4
09-180	-	8,0	11,3	6,1	7,2	8,2	+0,4
05-75	-	6,1	10,2	3,9	4,6	6,2	-1,6

Максимальное число бобов сформировали сортообразцы 08-415 (9,6 шт.) и 12-322 (9,0), что больше, чем у стандартного сорта на 23 % и 15,4 % соответственно. Значительно ниже стандарта по данному показателю показали себя сортообразцы Местная (5,2 шт.) и 09-197 (5,4 шт.), все остальные сформировали количество бобов на уровне стандарта. Максимальное варьирование данного при-

знака за годы исследований отмечалось у сортообразцов Шоколадница (7 шт.), 08-415 (6,8 шт.) и Гелиада (6,6 шт.); минимальное – у 08-551 (3,0 шт.) и Рубин (3,5).

Число семян в бобе является достаточно стабильным признаком, за годы исследований значение показателя менялось незначительно – в среднем от 3,2 шт. в прохладные и влажные 2015 и 2019 года до 3,6 шт. в благоприятном 2017 году. Однако наблюдалось межсортовое различие по вариабельности признака. Диапазон изменчивости числа семян в бобе в зависимости от гидротермических условий у сортообразцов фасоли менялся от 0,2 шт. (Рубин) до 1,2 шт. (05-75). Минимальное количество (2,5 шт.) сформировалось у сортообразца Местная в прохладном и дождливом 2015 году, максимальное – (4,3 шт.) у Шоколадницы в благоприятном 2017 году (таблица 24).

Таблица 24 – Число семян в бобе у сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Число семян в бобе, шт.					\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i
	2015	2016	2017	2018	2019		
Гелиада, st	3,0	3,0	3,3	3,2	3,1	3,1	0,4
Рубин	2,8	3,0	2,9	3,0	-	2,9	0,4
Стрела	3,4	3,2	3,9	4,2	-	3,7	2,2
08-415	3,4	3,0	3,6	3,5	-	3,4	1,1
08-551	3,3	3,3	3,6	4,0	-	3,6	1,5
08-221	3,3	3,7	4,0	3,5	-	3,6	1,4
08-554	3,8	3,8	4,1	4,0	-	3,9	0,7
Местная	2,5	2,8	2,9	2,6	-	2,7	0,9
Шоколадница	3,6	3,8	4,3	3,9	-	3,9	1,4
12-322	-	2,8	3,0	3,3	2,9	3,0	1,0
09-197	-	3,3	3,6	2,8	3,1	3,2	1,6
09-180	-	3,7	3,9	3,4	3,5	3,6	1,1
05-75	-	3,5	4,2	3,0	3,6	3,6	2,3

Максимальное число семян в бобе за годы исследований сформировалось у сортообразцов 05-554 и Шоколадница – 3,9 шт., при этом вариабельность признака у сортообразца 05-554 была низкой (0,3 шт.). Выявлены сортообразцы с высокой пластичностью данного показателя, это сорт Стрела ($b_i = 2,2$) и 05-75 ($b_i = 2,3$).

Среди изучаемых сортообразцов наблюдалось значительное разнообразие по массе 1000 семян (таблица 25).

Таблица 25 – Масса 1000 семян у сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Масса 1000 семян, г					\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i
	2015	2016	2017	2018	2019		
1	2	3	4	5	6	7	8
Гелиада, st	242,3	333,5	376,0	280,8	396,0	325,7	1,5
Рубин	315,0	378,1	525,0	346,9	-	391,2	2,4
Стрела	171,9	221,0	238,0	197,8	-	207,2	0,7
08-415	177,2	230,4	258,7	212,3	-	219,6	0,9
08-551	218,2	246,9	305,3	232,4	-	250,7	1,0
08-221	194,4	235,9	250,7	192,8	-	218,4	0,7
08-554	149,7	189,1	207,0	186,5	-	183,1	0,6
Местная	313,5	406,7	518,7	362,4	-	400,3	2,3
Шоколадница	204,6	266,6	261,3	299,3	-	258,0	1,0
12-322	-	207,6	275,3	185,4	220,5	222,2	1,0
09-197	-	403,2	536,7	369,9	470,0	445,0	1,9
09-180	-	251,8	304,0	246,4	326,0	282,0	1,0
05-75	-	259,5	301,3	271,2	346,0	294,5	1,0

Сортообразцы 08-554, Стрела, 08-221, 08-415 и 12-322 отличались мелкими семенами, масса 1000 семян у них варьировала от 183,1 г до 222,2 г. Сортообразцы Местная и 09-197 за годы исследований сформировали самые крупные семена, масса 1000 семян у них составила 400,3г и 445,0 г. соответственно. Остальные сортообразцы характеризовались средними по массе семенами от 250,7г (08-551) до 391,2 г (Рубин).

Минимальное значение массы 1000 семян наблюдалось в прохладном 2015 году у сортообразца 08-554 (149,7г), максимальные значения – у сортообразца 09-197 в благоприятном 2017 году (536,7 г). Отмечалось межсортовое различие по вариабельности признака. Минимальный диапазон изменчивости (57 г) за годы исследований характерен для мелкосеменных сортообразцов 08-554 и 08-221. Выявлены сортообразцы с высокой пластичностью данного показателя, к ним относятся сорта с крупными семенами Рубин ($b_i = 2,4$) и Местная ($b_i = 2,3$), при этом

диапазон изменчивости у них составил 210 г и 205 г соответственно. Ввиду высокого риска дробления крупных семян при уборке, для промышленного возделывания фасоли зерновой предпочтительны сорта со средней массой 1000 семян. Среди изучаемых сортообразцов наиболее близки к этим требованиям сорт-стандарт Гелиада, сортообразцы 09-180 и 05-75.

Масса семян с растения – комплексный показатель, характеризующий семенную продуктивность сорта в целом. За годы исследования минимальная масса семян сформировалась у сортообразцов 08-221 и 08-554 (5,8 г), что ниже стандарта на 32%, при этом у них же и низкий диапазон изменчивости показателя – 6,6 г и 5,2 г соответственно (таблица 26).

Таблица 26 – Масса семян с растения у сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья, г

Сортообразец	Годы проведения исследования					\bar{X}	Отклонение от стандарта	Коэффициент регрессии b_i
	2015	2016	2017	2018	2019			
Гелиада, st	6,8	7,6	15,2	4,5	6,8	8,5	-	1,6
Рубин	7,1	9,8	12,7	4,8	-	8,6	+0,1	1,1
Стрела	4,8	4,8	10,2	5,8	-	6,4	-2,1	0,9
08-415	5,4	6,2	12,5	4,7	-	7,2	-1,3	1,2
08-551	5,4	5,8	11,2	6,5	-	7,2	-1,3	0,9
08-221	5,0	6,1	9,4	2,8	-	5,8	-2,7	0,9
08-554	4,0	5,5	9,2	4,4	-	5,8	-2,7	0,8
Местная	3,8	5,6	12,3	3,2	-	6,2	-2,3	1,4
Шоколадница	6,1	9,0	14,3	5,4	-	8,7	+0,2	1,4
12-322	-	5,1	11,2	4,4	4,8	6,4	-2,1	1,1
09-197	-	7,6	16,8	4,2	5,4	8,5	0	2,0
09-180	-	7,9	13,6	5,2	8,6	8,8	+0,3	1,2
05-75	-	5,5	13,5	3,4	5,6	7,0	-0,5	1,5

Вероятно, это связано с невысокой крупностью семян. У сортообразцов Рубин, Шоколадница, 09-197 и 19-180 значение показателя за годы исследований было на уровне стандарта (от 8,6 г у Рубин до 8,8 г у 09-180); у остальных – значительно ниже стандарта. Выявлены сортообразцы с высокой пластичностью данного показателя, это сорт-стандарт Гелиада ($b_i = 1,6$) и сортообразец с крупными семенами 09-197 ($b_i = 2,0$). При крайне неблагоприятных условиях (в пере-

увлажненном 2018 году) отмечено снижение показателя в среднем в три раза по сравнению с благоприятными гидротермическими условиями.

Проведенный нами корреляционный анализ показал, что степень влияния отдельных элементов структуры урожая на продуктивность растений различна (таблица 27).

Таблица 27 – Коэффициенты корреляции между массой семян с растения и элементами структуры урожая

Коррелируемые признаки	Масса семян с растения					За период 2015-2019 гг.
	2015г.	2016г.	2017г.	2018г.	2019г.	
Число бобов на 1 растении	0,65*	0,22*	0,02	0,74*	0,41*	0,74*
Число семян в бобе	-0,15	0,14	-0,1	0,64*	0,51*	0,30*
Масса 1000 семян	0,31*	0,49*	0,57*	-0,17	0,10	0,46*

* связь достоверная на 5 % уровне значимости

Влияние отдельных элементов продуктивности фасоли в условиях Среднего Приамурья было различно в зависимости от климатических условий. Выявлена тесная положительная связь между массой семян с растения и числом бобов на растении ($r = 0,74$). Корреляция массы семян с растения от числа семян в бобе и массы 1000 семян за годы исследований была очень, хотя в отдельные годы отмечалась положительная связь на среднем уровне. Так, в 2015 и 2018 годах, характеризующихся более сухими условиями во второй половине вегетации, установлена тесная положительная связь между массой семян с растения и числом бобов. В 2019 году, когда сумма выпавших осадков превысила среднемноголетнюю норму практически в два раза, более значимый вклад в продуктивность внес показатель число семян в бобе. Таким образом, повышение семенной продуктивности растения может быть достигнуто, прежде всего, за счет увеличения у них числа бобов на растении и числа семян в бобе.

3.2.4 Пригодность к механизированной уборке

Основными причинами слабого внедрения фасоли зерновой в производство являются отсутствие сортов, адаптированных к конкретной климатической зоне, незначительный объем семеноводства, высокая трудоемкость уборки урожая. Достаточная высота растений и высота прикрепления нижнего боба наряду с устойчивостью к полеганию позволяет оптимизировать процесс производства, что делает культуру более технологичной. Длительный период переувлажнения почвы и высокая степень засоренности сельхозугодий делает предпочтительной широко-рядный способ посева с дальнейшей культивацией и образованием гребней. Сорта, пригодные к механизированной уборке должны иметь компактный неполегающий куст детерминантного типа роста высотой 35-45 см с прикреплением нижнего боба на высоте не менее 16 см. В нашем опыте были изучены показатели технологичности растений фасоли, а именно высота растений, высота прикрепления нижнего боба, устойчивость к полеганию. Высота растений в среднем по опыту варьировала от 32,6 см в сильно переувлажненные 2016 и 2018 годы до 51,7 см в оптимальный по гидротермическим показателям 2017 год (таблица 28).

Таблица 28 – Высота растений фасоли в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Высота растений, см					\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018	2019		
Гелиада, st	31,0	28,9	49,4	29,7	39,8	35,8	-
Рубин	37,1	27,2	42,6	31,2	-	34,5	-1,3
Стрела	35,2	27,2	51,7	34,4	-	37,1	+1,3
08-415	39,3	30,1	50,4	30,5	-	37,6	+1,8
08-551	44,2	27,8	49,4	36,6	-	39,5	+3,7
08-221	41,4	30,3	43,6	26,2	-	35,4	-0,4
08-554	58,0	48,5	61,6	40,4	-	52,1	+16,3
Местная	36,0	26,2	51,1	26,3	-	34,9	-0,9
Шоколадница	53,8	53,1	63,2	36,5	-	51,6	+15,8
12-322	-	22,8	43,3	27,9	34,0	32,0	-3,8
09-197	-	28,9	51,4	31,7	31,8	36,0	+0,2
09-180	-	36,9	48,1	33,5	37,9	39,1	+3,3
05-75	-	42,4	66,6	39,9	42,0	47,7	+11,9

В среднем за годы исследований минимальная высота растений была отмечена у сортообразца 12-322 (32,0 см), максимальная – у сортообразцов с нутирующей верхушкой: 08-554 (52,1 см), Шоколадница (51,6 см), 05-75 (11,9 см). Минимальный диапазон варьирования признака в зависимости от климатических условий отмечен у относительно раннеспелых сортообразцов 09-180 (14,6 см) и Рубин (15,4 см); максимальный – у позднеспелых и высокорослых 05-75 и Шоколадница (26,7 см).

Выявлена положительная зависимость между высотой растения и высотой прикрепления нижнего боба ($r = 0,59 \pm 0,07$). В зависимости от гидротермических условий года исследований признак варьировал от 8,2 см у сортообразца 09-180 до 28,4 см у 05-75 (таблица 29).

Таблица 29 – Высота прикрепления нижнего боба у сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Высота прикрепления нижнего боба, см					\bar{X}	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018	2019		
Гелиада, st	20,0	15,0	16,5	16,5	20,7	17,7	
Рубин	20,9	11,7	16,4	15,1	-	16,0	-1,7
Стрела	18,6	12,5	19,9	14,8	-	16,4	-1,3
08-415	20,1	12,0	17,4	14,2	-	15,9	-1,8
08-551	19,8	14,6	24,2	17,8	-	19,1	+1,4
08-221	21,5	12,4	17,6	14,6	-	16,5	-1,2
08-554	27,9	15,4	25,8	21,1	-	25,5	+7,8
Местная	26,5	13,4	20,8	13,4	-	18,5	+0,8
Шоколадница	19,8	14,8	21,2	11,9	-	16,9	-0,8
12-322	-	10,0	14,9	14,8	16,3	14,0	-3,7
09-197	-	15,0	19,7	15,7	20,3	17,7	0
09-180	-	8,2	16,2	8,5	13,2	11,5	-6,2
05-75	-	11,8	28,4	20,7	20,4	20,3	+2,6

Для механизированной уборки предпочтительное значение показателя должно быть не ниже 18 см. Минимальные средние значения высоты прикрепления нижнего боба отмечены у сортообразцов 09-180 (11,5 см) и 12-322 (14,0 см); максимальные – у 08-554 (25,5 см), 05-75 (20,3 см) и 08-551 (19,1 см); у остальных сортообразцов – значение признака на уровне стандарта.

Устойчивость к полеганию – основной селекционный признак, от которого зависит качество получаемого урожая, что непосредственно отражается на рентабельности возделывания фасоли в условиях Среднего Приамурья. Созревание фасоли проходит в условиях муссонного климата, высокая влажность приземного слоя воздуха не способствует дружному созреванию, создаются предпосылки к прорастанию семян на корню. Длительное нахождение в переувлажнённой почве наряду с ветрами приводят к потере способности растений находиться в вертикальном положении, тем самым провоцирует полегание. Устойчивые к полеганию сорта должны обладать мощной корневой системой и толстым стеблем, способными противостоять негативным природным явлениям. Среди изучаемых сортообразцов во все года исследований устойчивостью к полеганию обладали сорт-стандарт Гелиада, Рубин, Местная, Шоколадница, 09-197 и 05-75. Все остальные в той или иной мере подверглись полеганию.

3.2.5 Содержание белка в зерне фасоли

Высокая биологическая ценность фасоли связана в первую очередь с высоким содержанием белка и сбалансированным аминокислотным составом. Исследованиями ряда авторов (М.Н. Смирнова-Иконникова, 1952; Н.Р. Иванов, 1961; Ф.С. Стаканов, 1986; Е.К. Лазарева, 2006) установлено, что накопление белка в семенах фасоли зависит от условий внешней среды, почвенно-климатических и других факторов (Буравцева, 2015). Генетические особенности сорта определяют данную величину по разным литературным источникам от 40,5 % до 91 %, что предопределяет возможность отбора и выведение сортов фасоли с высоким содержанием белка. Отмечено наличие ряда образцов со стабильной белковостью независимо от зоны выращивания (Зайцев, 1988; Бенкен, 1996). В ходе проведенных нами исследований установлено, что содержание белка варьировало от 16,1 % до 23,8 % при среднем значении признака 20,0 % (Приложение Ж).

В среднем, за годы исследований содержание белка у изучаемых сортообразцов менялось от 18,4 % в переувлажненном 2016 году до 21,8 % в благоприят-

ном 2017 году. Необходимо отметить, что негативное влияние на данный показатель оказывает как излишнее, так и недостаточное увлажнение в период налива и созревания бобов на фоне низких температур приземного слоя воздуха (Шепель, 2018). Содержание белка, достоверно превышающее стандарт, отмечено у сортообразцов 12-322 (21,0 %), 05-75 (21,2 %) и Рубин (21,4%). У остальных сортообразцов данный показатель находился на уровне стандарта – 19,3 %. Диапазон внутрисортного варьирования признака изменялся от 2,3 % (Шоколадница) до 5,4 % (Местная). Важным показателем является также количество белка с 1 га. В результате проведенных расчетов максимальный выход белка отмечен у сортообразца Рубин (3,2 ц/га) и у 09-197 (3,1 ц/га). Проведенный корреляционный анализ показал слабую положительную зависимость содержания белка от урожайности ($r = 0,30 \pm 0,07$) и слабую положительную зависимость сбора белка с площади от массовой доли белка в зерне ($r = 0,48 \pm 0,06$). Нами был проведен анализ сопряженности этих двух показателей (рисунок 12).

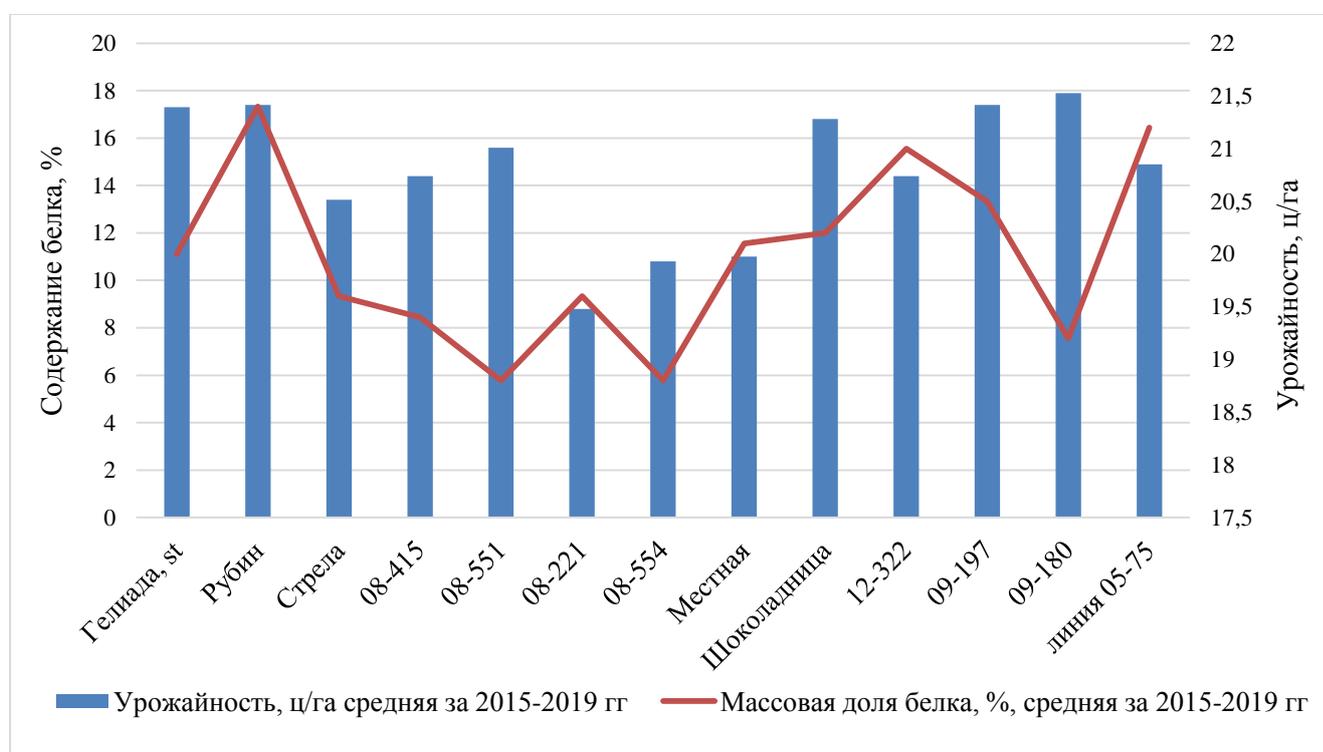


Рисунок 12 – Сопряженность содержания белка с урожайностью у сортообразцов фасоли, в среднем за 5 лет

На графике четко видно, что сорт Рубин при высокой урожайности имеет максимальное содержание белка. Таким образом, в селекционном процессе возможен отбор урожайных генотипов, отличающихся высоким содержанием белка.

Таким образом, сравнительная оценка перспективных линий и сортов фасоли зерновой различного географического происхождения позволила выделить сортообразцы с наивысшими показателями элементов продуктивности, а также наиболее полно реализующие свой генетический потенциал в условиях Среднего Приамурья:

1. Сортообразцы 09-180, 08-551, Рубин и Гелиада наиболее адаптивны к условиям Среднего Приамурья для получения высоких и стабильных урожаев, их можно использовать при создании высокоурожайных сортов для различных уровней агротехники.

2. Сортообразцы 09-197, 12-322 и Рубин, выделившиеся по продолжительности и структуре вегетационного периода в агроценозах Среднего Приамурья рекомендуем использовать для селекции раннеспелых сортов.

3. Сортообразец 08-554, имеющий максимальное число семян в бобе и высокое расположение нижнего боба рекомендуем использовать для селекции высокоурожайных сортов, пригодных для механической уборки.

4. Сортообразцы Гелиада, Рубин и 09-197 можно рекомендовать для селекции устойчивых к полеганию сортов.

5. Сортообразец 12-322 можно использовать при селекции высокоурожайных сортов с высоким содержанием белка.

6. На основании отбора, проведенного из сортовой популяции Рубин, создан сорт зерновой фасоли Хабаровская, характеризующаяся высокой адаптивностью к условиям произрастания в Среднем Приамурье, сочетающим раннеспелость, высокую урожайность, устойчивость к полеганию. Сорт отличается дружным созреванием, высоким содержанием белка и отличными вкусовыми свойствами зерновой продукции. Получен патент № 11221 от 04.09.20, авторское свидетельство № 77887 от 04.09.2020г. (Приложение 3). Сорт фасоли Хабаровская внедрен в произ-

водство на полях ИП Прилепин С.И., налажено первичное семеноводство в ДВ НИИСХ (Приложение И, К).

3.3. Изучение исходного материала гороха и фасоли

Успех селекционной работы во многом зависит от возможности селекционера использовать весь спектр разнообразия культуры. Для решения задачи сочетания в одном организме целого комплекса хозяйственно полезных признаков требуется тщательная оценка потенциального многообразия исходного материала для каждой конкретной зоны. Одним из условий получения стабильного урожая зернобобовых культур является разработка системы сортов, различающихся по морфологическим признакам, срокам созревания, целям использования (Дрозд, 1966; Задорин, 1994; Фадеева, 2001; Вербицкий, 2004).

3.3.1 Характеристика коллекции гороха по основным морфологическим и хозяйственно-ценным признакам

С целью выявления наиболее ценного исходного материала в течении 5 лет (2017-2020 гг.) было изучено 150 образцов гороха отечественной и зарубежной селекции (Шепель, 2018). Основная масса изученных сортообразцов была представлена усатыми сортами и линиями из России – 52,5%, (рисунок 13).



Рисунок 13 – Происхождение сортообразцов гороха в коллекционном питомнике

Сорта отличались по морфологическим, биологическим и хозяйственно-ценным признакам (таблица 30).

Таблица 30 – Характеристика коллекционного питомника (2017-2020 гг.)

Селекционный признак	Число образцов, имеющих ценный признак
Раннеспелость (продолжительность вегетации до 70 дней)	26
Детерминантный стебель	31
Усатый тип листа	49
Неосыпаемость	32
Многоплодность	13
Толстый стебель	28
Короткие междоузлия	33
Продуктивность	28
Высокобелковость	14

Особое внимание уделялось раннеспелым детерминантным сортообразцам, имеющим толстый стебель с короткими междоузлиями.

3.3.1.1 Средовая изменчивость селекционных признаков гороха

Количественные признаки, присущие тому или иному сорту связаны между собой и не являются постоянной величиной, а способны изменяться под действием различных факторов. В гибридном потомстве наследуется не только величина количественного признака, но его изменчивость и связь с другими признаками, а также реакция генотипа на их варьирование. Поэтому при изучении исходного материала важно знать взаимосвязи между элементами продуктивности и степень их варьирования от погодных условий (Shepel, 2020). Анализ данных показывает что, несмотря на значительные колебания по годам, величины элементов урожайности специфичны для каждого сорта и варьируют в разных пределах. Относительно устойчивыми сортовыми признаками у гороха в гидротермических условиях Среднего Приамурья являются число междоузлий до 1-го боба, продолжительность периода всходы - цветение и продолжительность вегетации – $V < 10$ % (рисунок 14).

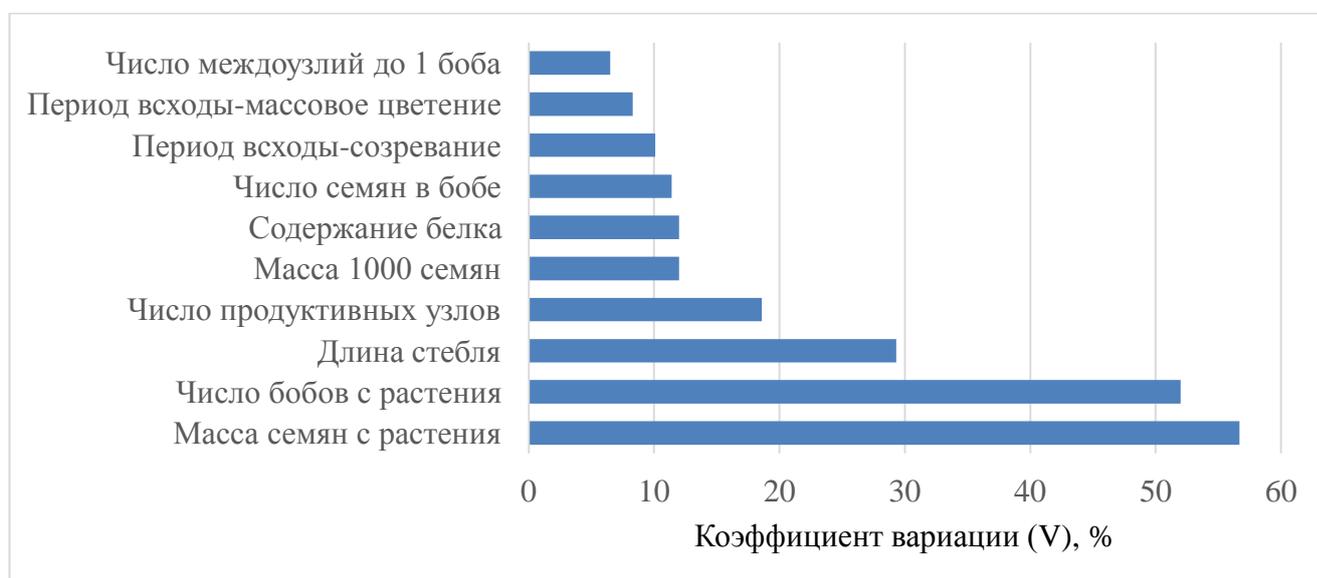


Рисунок 14 – Изменчивость признаков сортов гороха в коллекционном питомнике (2017-2020 гг.)

У признаков число продуктивных узлов, число бобов с растения, масса семян с растения, которые характеризуют продуктивность растений, коэффициенты

средовой изменчивости были значительно выше. Считается, что относительно высокое варьирование взаимно компенсирующихся элементов структуры урожая характерно для сортов со стабильно высоким урожаем. За счет гомеостатичности сорта уменьшение одного показателя элемента структуры урожая вызывает увеличение другого показателя, имеющего отрицательную взаимосвязь с ним. Длина стебля также характеризуется сильной средовой изменчивостью (Ашиев, 2014).

3.3.1.2 Продолжительность фенологических периодов

Продолжительность вегетационного периода является важнейшим селекционным признаком, определяющим возможность возделывания того или иного сорта в определенном регионе. Подробное изучение основных периодов вегетации у различных сортов в конкретных условиях создает основу для практической селекции. Продолжительность вегетационного периода зависит от сортовых особенностей и условий выращивания (рисунок 15).

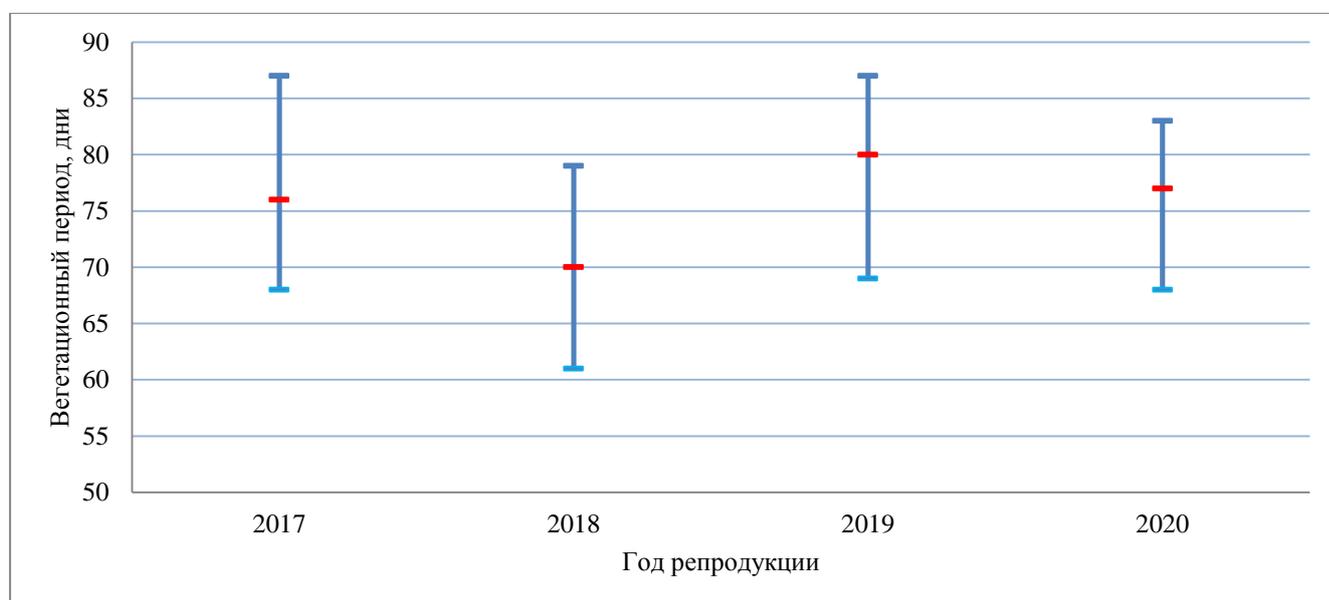


Рисунок 15 – Изменчивость вегетационного периода у сортов гороха в коллекционном питомнике

В наиболее благоприятном по гидротермическим условиям 2017 году продолжительность вегетационного периода варьировала от 68 до 87 суток ($x_{cp} = 76,4$

$\pm 0,46$ суток). В 2018 году при относительно позднем посеве (3 мая) продолжительность вегетационного периода варьировала от 61 до 79 суток ($x_{cp} = 70,2 \pm 0,49$ суток). В избыточно переувлажненных 2019 году продолжительность вегетационного периода изменялась от 69 до 87 суток ($x_{cp} = 80 \pm 0,52$ суток), в 2020 году – от 68 до 83 суток ($x_{cp} = 76,8 \pm 0,56$ суток).

Изменчивость на внутрисортном уровне колебалась от 5 (у сорта-стандарта Аксайский усатый 55, $x_{cp} = 79,3 \pm 1,45$ суток; $V = 3,2\%$) до 22 дней (у сорта Альфа, $x_{cp} = 71,3 \pm 4,41$ суток; $V = 13,5\%$). Ранним созреванием характеризовались образцы из Германии, Великобритании, США, Нидерландов. В результате исследований, нами выделена группа скороспелых сортообразцов, средняя продолжительность вегетационного периода которых составляла 66 - 69 суток (таблица 31). Поздним созреванием отличались сортообразцы из Белоруссии. Максимальное значение вегетационного периода в среднем за годы исследований отмечено у сортов Укосный 1 (Украина), Армеец (Беларусь), Senator (Великобритания) – 82 суток.

Таблица 31 – Продолжительность фенологических периодов скороспелых сортообразцов (в среднем за 2017-2020 гг.)

Сорт	Страна происхождения	Продолжительность периода, сутки			Отклонение от стандарта
		всходы-цветение	цветение-созревание	всходы-созревание	
Аксайский усатый 55, st	Россия	45	34	79	-
Спартак	Россия	42	32	74	-5
Aspair (af)	США	34	32	66	-13
Onward	Великобр.	40	27	67	-12
LWK	Германия	34	33	67	-12
Gisella	Нидерланды	40	29	69	-10
Askan	Германия	33	35	68	-11
Hadmerslebener Diadem	Германия	36	31	68	-11
Pica	Франция	36	33	69	-11
Неосыпающийся 1	Украина	39	30	69	-10

Среди отмеченных раннеспелых сортов выделяются Aspair (af), LWK, Askan, Hadmerslebener Diadem, Pica, имеющие минимальную продолжительность периода от всходов до цветения – от 33 до 36 суток.

Известна положительная зависимость между числом узлов до первого цветка и длительностью периода от всходов до начала цветения. В 2017 году число междоузлий до 1-го боба варьировала от 10,2 до 20 штук ($x_{\text{cp}} = 14,9 \pm 0,26$ штук), в 2018 от 8,2 до 20,5 штук ($x_{\text{cp}} = 14,4 \pm 0,24$ штук;), в 2019 году от 8 до 19,5 штук ($x_{\text{cp}} = 13,9 \pm 0,29$ штук), в 2020 году от 7,9 до 17,8 штук ($x_{\text{cp}} = 13,7 \pm 0,38$ штук) (рисунок 16). Изменчивость на внутрисортном уровне колебалась от 1 междоузлия (у сорта Степняк, $x_{\text{cp}} = 14,4 \pm 0,13$ штук; $V = 1,8\%$) до 4,6 междоузлий (у сорта WL-1395, $x_{\text{cp}} = 10,7 \pm 1,00$ штук; $V = 18\%$). Минимальное значение числа междоузлий до 1-го боба в среднем за 4 года отмечено у сортов Askan (9,6 шт.), Hadmerslebener Diadem (10 шт.), Aspair (af) (10,8 шт.), LWK (10,9 шт.), Pica (11 шт.), Onward (11,9шт.) при этом у стандартного сорта Аксайский усатый 55 средний показатель составил 16,1 шт., у Спартака – 15,4 шт.

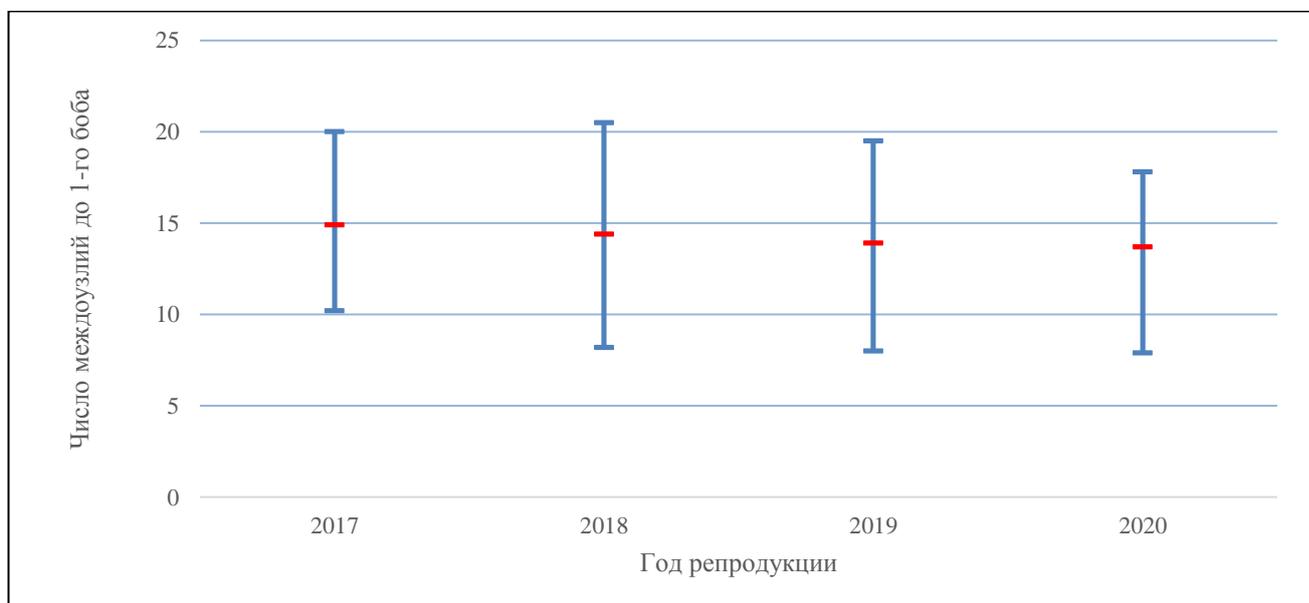


Рисунок 16 – Изменчивость числа междоузлий до 1-го боба у сортов гороха в коллекционном питомнике

3.3.1.3 Длина стебля

Современная селекция гороха предполагает создание стабильных, урожайных и устойчивых к полеганию сортов. Первичная роль в этом вопросе отводится длине стебля. Рост стеблей у гороха продолжается до полного созревания. В наших исследованиях значительное влияние на нее оказывали условия внешней среды. В благоприятном 2017 году длина стебля варьировала от 42,3 см до 148 см ($x_{cp} = 91,4 \pm 2,53$ см), в переувлажненном 2018 году – от 34,8 см до 132,8 см ($x_{cp} = 91,4 \pm 2,05$ см), в 2019 году – от 29,4 см до 97,7 см ($x_{cp} = 54,4 \pm 2,39$ см), в 2020 году – от 41,9 см до 141 см ($x_{cp} = 72,4 \pm 3,4$ см) (рисунок 17).

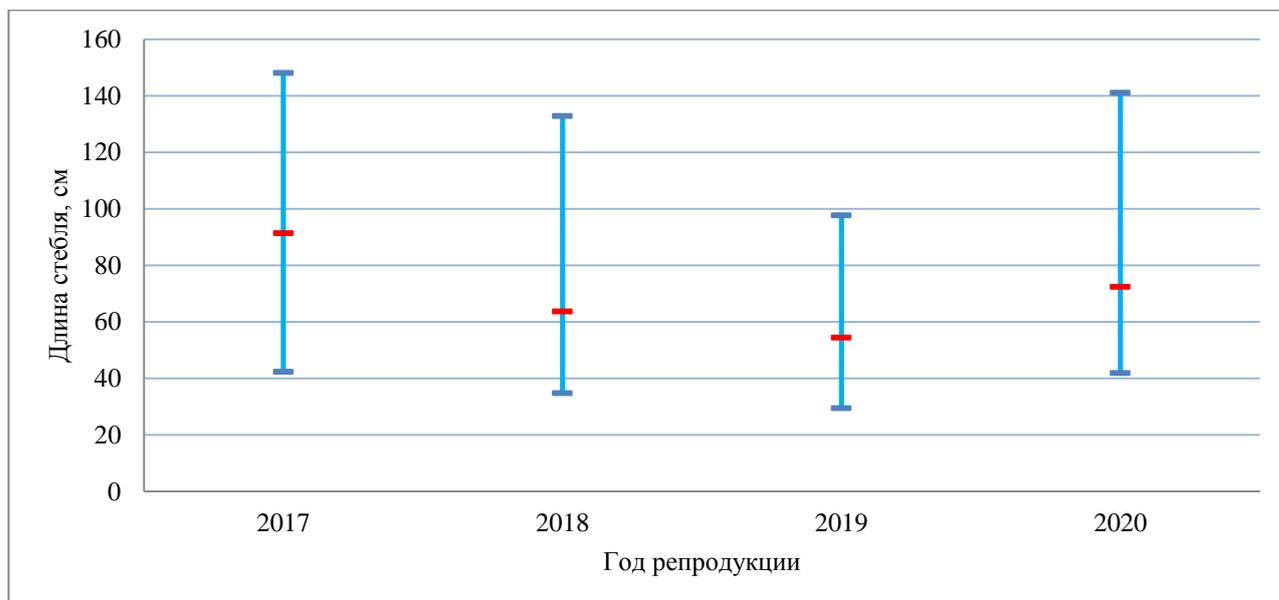


Рисунок 17 – Изменчивость длины стебля у сортов гороха в коллекционном питомнике

Гидротермические условия, сложившиеся в крайне переувлажненном 2019 году, негативно отразились на состоянии растений в целом, высота растений была минимальная за годы испытаний. Изменчивость на внутрисортном уровне была высокая и варьировала от 33 см (у сорта Руслан, $x_{cp} = 91,0 \pm 4,7$ см; $V = 15\%$) до 49,8 см (у сорта WL – 1395, $x_{cp} = 46,6 \pm 5,0$ см; $V = 43,8\%$). Около 25 % изучаемых сортообразцов имели длинный стебель, средняя его длина за годы изучения со-

ставила от 83 см (Неосыпающийся 1) до 123 см (Укосный 1). В селекционном плане ценность представляют короткостебельные сорта Флагман 5, Triplex, WL – 1395, Короткостебельный 1, Jezero, Батрак, Север, Демос, INRA 6221, длина стебля у которых в среднем за годы исследований составила 39-52 см (таблица 32). Длина стебля у остальных сортов варьировала от 52 до 83 см. В качестве родительских форм, преимущественно, используются сорта, имеющие оптимальную длину стебля, детерминантный тип роста, толстый стебель и короткие междоузлия.

Таблица 32 – Характеристика короткостебельных сортообразцов (в среднем за 2017-2020 гг.)

Сорт	Страна происхождения	Длина стебля, см	Тип листа*	Наличие толстого стебля	Наличие коротких междоузлий
Аксайский усатый 55, st	Россия	88,7	у	-	-
Спартак	Россия	54,3	яг	-	+
Флагман 5	Россия	39,4	у	-	+
Triplex	Франция	45	л	+	-
WL – 1395	Швеция	46,6	л	+	-
Короткостебельный 1	Россия	49,6	л	+	+
Jezero	Беларусь	49,7	у	+	+
Батрак	Россия	49,9	у	+	+
Север	Россия	50,8	у	-	+
Демос	Россия	51,9	у	+	+
INRA 6221	Беларусь	52,0	у	+	-

*у – усатый, л – листочковый, яг – ярусная гетерофилия (хамелеон)

Сорта Jezero, Батрак, Север и Демос имеют еще и усатый тип листа, что способствует устойчивости к полеганию.

3.3.1.4 Количество бобов на растении

Количество бобов на растении зависит от количества продуктивных узлов и бобов на продуктивном узле. В годы исследований высокая вариабельность при-

знака определялась сильным влиянием условий внешней среды. В благоприятном 2017 году число бобов варьировало от 4 до 29 штук ($x_{cp} = 15 \pm 0,72$ шт.), в переувлажненном 2018 году от 2,8 до 11,3 шт. ($x_{cp} = 5,3 \pm 0,25$ шт.), в 2019 году от 1,4 до 11,8 шт. ($x_{cp} = 5,2 \pm 0,30$ шт.), в 2020 году от 4,7 до 11,9 шт. ($x_{cp} = 7,8 \pm 0,26$ шт.) (рисунок 18).

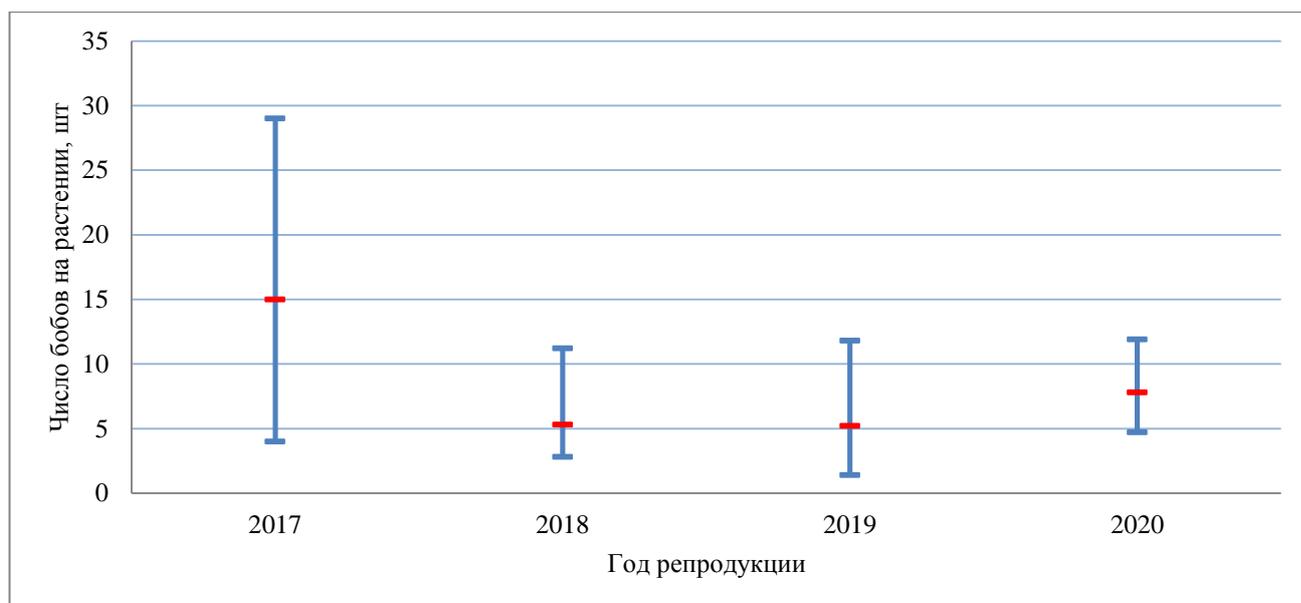


Рисунок 18 – Изменчивость числа бобов на растении у сортов гороха в коллекционном питомнике

Избыточное увлажнение негативно отражается на данном признаке, сужая его вариабельность. Максимальным количеством бобов в среднем за годы исследований отличались позднеспелые и длинно-стебельные сортообразцы, от 25,4 бобов у сорта Московский В-572 (77 суток, длина стебля 90 см) до 9 бобов у Аксайского усатого 55 (79 суток, длина стебля 88,7 см). Все они имели и максимальное число продуктивных узлов. Минимальным числом бобов на растении характеризовались короткостебельные детерминантные сорта – Демос, Флагман 5, Север (5,2-5,5 бобов) и ранние короткостебельные сорта Aspair (af), Hadmerslebener Diadem, Alaska (3,7-5,2 бобов). Изменчивость признака на внутрисортном уровне колебалась от 2,3 боба (у сорта Флагман 5, $x_{cp} = 5,3 \pm 0,53$ штук; $V = 20,1\%$) до 9,3 боба (у сорта Gisella, $x_{cp} = 6,6 \pm 2,0$ штук; $V = 60,6\%$).

По количеству бобов в годы исследований выделились сортообразцы из Франции Pica (7,8 бобов/растении), Fabina (9 бобов/растение), Circo (8,9 бобов/растение), Triofin (8,3 бобов/растение), имеющие длину стебля от 45 до 52 см, при этом среднее значение показателя было у Спартака – $6,2 \pm 0,95$ бобов на растении.

3.3.1.5 Количество семян в бобе

Количество семян в бобе имеет большое значение для формирования урожая и зависит от количества семязачатков в бобе и от семяобразующей способности. Вариабельность признака зависит не только от условий среды, но и от генетических особенностей сорта. В благоприятном 2017 году число семян в бобе варьировало от 2,4 до 6,3 шт. ($x_{\text{ср}} = 4,2 \pm 0,9$ шт.), в переувлажненном 2018 году от 1,7 до 5,6 шт. ($x_{\text{ср}} = 3,8 \pm 0,08$ шт.), в 2019 году от 1,9 до 5,5 шт. ($x_{\text{ср}} = 3,6 \pm 0,10$ шт.), в 2020 году от 2,4 до 5,5 шт. ($x_{\text{ср}} = 3,8 \pm 0,11$ шт.) (рисунок 19).

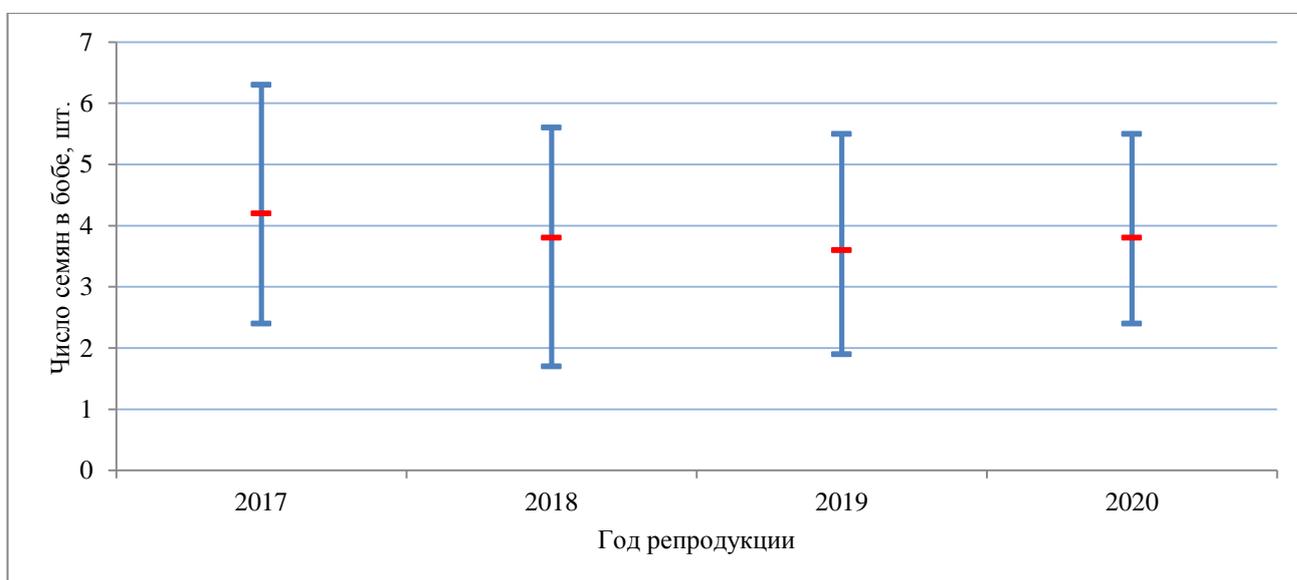


Рисунок 19 – Изменчивость озерненности боба у сортов гороха в коллекционном питомнике

Изменчивость признака на внутрисортном уровне изменялась от 0,2 семян (у сорта Надежный, $x_{cp} = 3,8 \pm 0,04$ штук; $V = 2,1\%$) до 2,1 семян (у сорта Труженик, $x_{cp} = 4,3 \pm 0,49$ штук; $V = 22,8\%$). В среднем за годы исследований максимальное значение признака отмечено у сортов Беркут (Россия, 5,8 шт.), Livioletta (Беларусь, 5,4 шт.), Aspair (af) (США, 5,3 шт.), Николка (Россия, 5,3 шт.), при этом у стандартного сорта Аксайский усатый 55 средний показатель составил 5,0 шт., у Спартак – 3,6 шт. Минимальным значением признака характеризовались сорта LWK (Германия, 2,2 шт.), Gastro, HalaCarusuner (Нидерланды, 2,5 шт.), Батрак (Россия, 2,8 шт.).

3.3.1.6 Масса 1000 семян

Масса 1000 семян является важнейшим слагаемым продуктивности растений и зависит от генетических особенностей сорта и условий внешней среды. По крупности семян коллекционный материал представлен следующими группами:

- 4,5 % крупные (масса 1000 семян более 250 г);
- 30,5 % средние (масса 1000 семян от 200 до 250 г);
- 65 % мелкие (масса 1000 семян менее 200г).

В благоприятных гидротермических условиях 2017 года масса 1000 семян варьировала от 59 до 334,3 г ($x_{cp} = 201,5 \pm 5,24$ г), в переувлажненном 2018 году – от 47,9 г до 319,8 г ($x_{cp} = 169,6 \pm 3,92$ г), в 2019 году – от 125 до 375 г ($x_{cp} = 206,5 \pm 5,56$ г), в 2020 году – от 133 до 273 г ($x_{cp} = 203,8 \pm 5,95$ г). Изменчивость признака на внутрисортном уровне колебалась от 18 г (у сорта Руслан, $x_{cp} = 224,5 \pm 4,19$ г; $V = 3,7\%$) до 85,6 г (у сорта Альфа-2, $x_{cp} = 176,7 \pm 18,5$ г; $V = 20,9\%$). Минимальным значением признака в среднем за годы исследований характеризовались сорта Kalaon (Канада, 53,4 г), Finroy (Нидерланды, 101 г), Aspair (США, 113,8 г).

Селекционную ценность представляют сортообразцы, имеющие наименьшую вариабельность признака (менее 7 %), такие как: Gastro (Нидерланды, 298,8 г), Tigra (Беларусь, 257,8 г), INRA 6221 (Беларусь, 245,9 г), Орел (Россия, 243,1г),

Комбайновый 1 (Украина, 242,8 г), Baroness (Великобритания, 238,9 г), Руслан (Россия, 224,5 г), Николка (Россия, 223,8 г), Спартак (Россия, 216,9 г), Неосыпающийся 1 (Украина, 207 г), Jade (США, 184,2г), Превосходный 240 (Россия, 175,9 г), Klarus (Чехословакия, 146,6г), Finroy (Нидерланды, 101 г). При этом у стандартного сорта Аксайский усатый 55 среднее значение массы 1000 семян составило 188,6 г, у Спартака – 217 г.

3.3.1.7 Масса семян с растения

Семенная продуктивность растения – комплексный показатель, от которого напрямую зависит урожайность сорта. Максимальные значения семенной продуктивности сформировались при благоприятных погодных условиях в 2017 году и варьировали от 5,4 до 29,2 г ($x_{cp} = 12,2 \pm 0,57$ г), минимальные – в переувлажненном 2018 году, значения в этих условиях изменялись от 2,0 г до 10,4 г ($x_{cp} = 3,6 \pm 0,17$ г). В 2019 году они находились в пределах 2,4 - 8,7 г ($x_{cp} = 4,3 \pm 0,27$ г), в 2020 году – 3,4 - 9,9 г ($x_{cp} = 5,95 \pm 0,23$ г). Изменчивость признака на внутрисортном уровне колебалась от 2,4 г (у сорта Руслан, $x_{cp} = 4,1 \pm 0,53$ г; $V = 25,8$ %) до 13,1 г (у сорта Надежный, $x_{cp} = 7,5 \pm 3,14$ г; $V = 83,7$ %). Анализируя полученные данные, все сортообразцы были разбиты на 3 группы:

- высокопродуктивные (средняя масса семян с растения от 11,7 г до 9,3 г) сорта составили всего 4,6 % от общего количества сортов. Это Неосыпающийся 3 (Украина), Kala mukhi matar (Индия), ОМК-1(Россия), Proteo (Италия), Аксайский усатый 55 (Россия), Livioletta, Флагман (Россия);

- среднепродуктивные (средняя масса семян с растения от 9,2 г до 5 г), к ним относятся 50 % изучаемых сортообразцов. Среди них можно отметить Зарянка, Орел, Альфа-2, Альфа, Демос, Николка, Спартак (Россия), Степняк, Напарник, Надежный, Комбайновый 1, Аккорд (Украина), Червенский, INRA 62211, Ромео, Jezero (Беларусь), 1338/01, Triplex, (Франция), WL – 1395 (Швеция), Gisella (Нидерланды), Baroness (Великобритания);

- низкопродуктивные (средняя масса семян с растения менее 5г), к ним относятся 45,4 % сортообразцов от всей коллекции. Среди них такие сорта, как Progreta (Великобритания), LWK (Германия), Труженик (Украина), Север, Ямал, Батрак, Руслан, Флагман 5 (Россия).

В целом, в любых условиях выращивания наиболее продуктивной была группа длинностебельных и относительно позднеспелых листочковых сортообразцов. Характеристика выделившихся коллекционных сортообразцов по продуктивности и ее элементам представлена в таблице 33, все они отличались высоким числом продуктивных узлов и бобов.

Таблица 33 – Выделившиеся сортообразцы по продуктивности (в среднем за 2017-2020 гг.)

Сорт	Страна происхождения	Тип листа*	Масса семян с раст., г	Число прод. узлов, шт.	Число бобов, шт.	Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
Аксайский усатый 55, st	Россия	у	9,3	5,2	9	5,0	188,6
Спартак	Россия	яг	5,3	4,4	6,2	3,6	217,0
Неосыпающийся 3	Украина	л	11,7	7,6	11,6	4,4	198,4
ОМК-1	Россия	л	10,4	11,8	18,1	3,8	135,0
Kala mukhi matar	Индия	л	10,4	11,7	16,7	3,6	166,6
Proteo	Италия	л	9,8	6,7	8,4	4,6	233,2
Livioletta	Беларусь	л	9,3	6,8	11,9	5,4	156,1
Jezero	Беларусь	у	5,8	4,4	6,4	3,8	227,9
Надежный	Украина	л	7,5	5,6	8,1	3,8	210,5
Орел	Россия	яг	7,2	4,9	7,4	3,6	243,2
Аккорд	Украина	л	6,9	5,3	9,1	2,9	205,0
INRA 6221	Беларусь	у	6,5	4,7	6,3	4,1	245,9

*у – усатый, л – листочковый, яг – ярусная гетерофилия (хамелеон)

3.3.1.8 Содержание белка в семенах

Одна из главных задач селекции – создание сортов с высоким качеством семян. Современные сорта гороха характеризуются относительно низким (23-25%) содержанием белка в семенах, хотя у отдельных диких образцов содержание белка в семенах превышает 30 % (Бобков, 2012). Вариабельность признака зависит не только от условий среды, но и от генетических особенностей сорта. Максимальное содержание белка в семенах отмечено в благоприятном 2017 году, значение признака варьировало от 23,8 до 29,6 % ($x_{cp} = 26,5 \pm 0,22$ %), минимальное – в излишне переувлажненном 2020 году и изменялось в пределах 16,6 - 23,2 % ($x_{cp} = 19,7 \pm 0,26$ %). В 2018 году изменчивость признака составила 21,7 - 29,9 % ($x_{cp} = 25,5 \pm 0,34$ %), в 2019 году – 21,3 - 29,6 % ($x_{cp} = 24,5 \pm 0,30$ %) (рисунок 20).

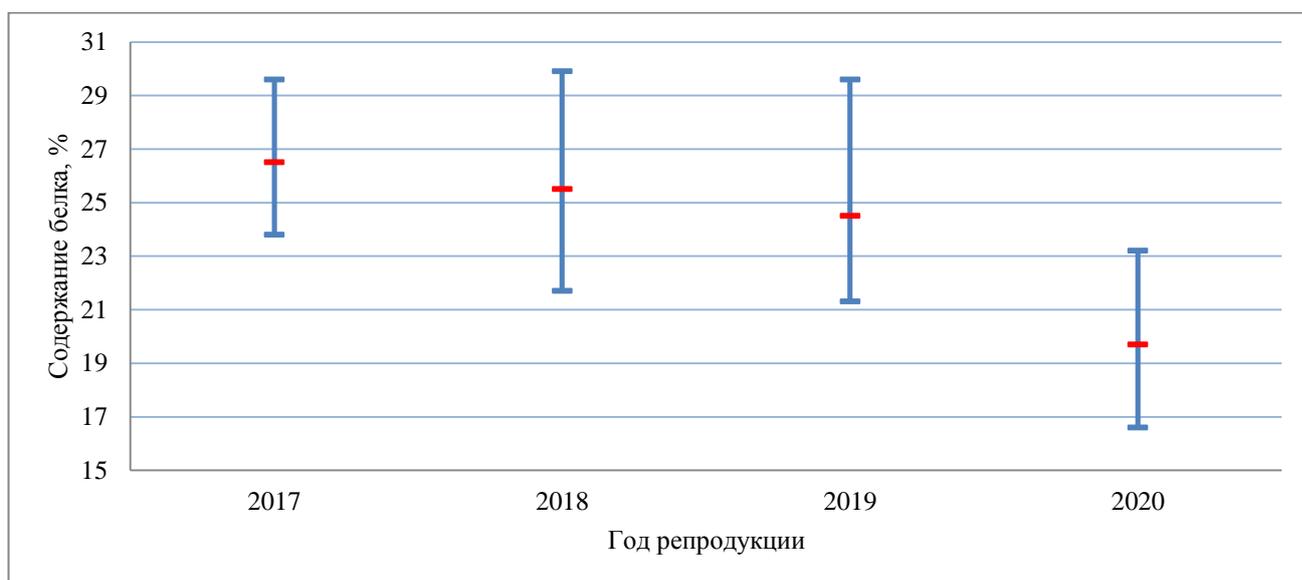


Рисунок 20 – Изменчивость содержания белка у сортов гороха в коллекционном питомнике

Изменчивость признака на внутрисортном уровне колебалась от 1,0 % (у сорта Ромео, $x_{cp} = 25,1 \pm 0,28$ %; $V = 2,0$ %) до 9,8 % (у сорта Напарник, $x_{cp} = 23,5 \pm 2,84$ %; $V = 20,0$ %). В среднем за годы исследований высокое содержание белка

отмечено у сортов ОМК-1(Россия, 28,0 %), Kala mukhi matar (Индия, 27,4 %), Ji-6 (Великобритания, 27,1 %), Klarus (Чехословакия, 27,1 %), Triofin (Франция, 27,1 %), Circo (Франция, 26,6 %), Новатор (Россия, 26,6 %), Николка (Россия, 26,5 %), Mastin (Белоруссия, 26,3 %), Комбайновый 1 (Украина, 26,0 %), Diacol Boyasa (Болгария, 25,9 %), Батрак (Россия, 25,6 %), Livioletta (Беларусь, 25,6 %), Tara (Канада, 25,5 %), при этом у стандартного сорта Аксайский усатый 55 средний показатель составил 25,0 %, у Спартака – 21,8 %. Минимальная вариабельность признака отмечена у сорта Mastin – 6,9 %. У 14 сортообразцов, что составляет всего 9,3 % всего коллекционного материала, наблюдалось минимальное значение признака (менее 20 %), в основном это ранние низкорослые сорта. У остальных сортообразцов (81,4 %) среднее значение признака отмечалось в диапазоне от 20 до 25 %.

3.3.1.9 Взаимосвязь признаков продуктивности гороха

Для оценки влияния ценных признаков в генотипе и повышения эффективности селекции необходимо определить уровень взаимодействия между отдельными элементами продуктивности. Знание характера такой взаимосвязи дает возможность оценить признаки более точно и дифференцированно, а также определить уровень их информативности при селекционном отборе (Kosev, 2014; Georgieva, 2016). Значения коэффициентов корреляции зависят как от почвенно-климатических условий проведения исследований, так и от состава изучаемых сортообразцов. Поэтому точка зрения на данный вопрос различна (Сапега, 2015; Лысенко, 2019). Установлена тесная сопряженность массы семян с растения и числом бобов (таблица 34).

Таблица 34 – Корреляция между элементами структуры урожая гороха на меж-сортовом уровне.

Показатели	2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	За пе-риод 2017-2020 гг.
Масса семян с растения – длина стебля	0,140	0,604*	0,532*	-0,060	0,428
Масса семян с растения – число бобов	0,931*	0,748*	0,822*	0,651*	0,786
Масса семян с растения – число семян в бобе	-0,111	0,229*	0,165*	0,242	0,153
Масса семян с растения – число прод. узлов	0,361*	0,243*	0,123*	0,364*	0,226
Масса семян с растения – масса 1000 семян	0,152	0,393*	0,330*	0,033	0,273
Масса 1000 семян – длина стебля	0,099	0,331*	0,047	0,303*	0,259
Масса 1000 семян – число бобов	-0,060	-0,167*	-0,285	-0,137	-0,162
Масса 1000 семян – число семян в бобе	-0,435	-0,243	-0,337	-0,380	-0,335
Масса 1000 семян – число прод. узлов	-0,081	0,224*	-0,427	0,013	0,177
Число семян в бобе – длина стебля	-0,349	0,189*	0,159*	-0,232	0,023
Число семян в бобе – число бобов	-0,197	-0,452	-0,325*	-0,427	-0,395
Число бобов – длина стебля	0,227*	0,529*	0,596*	0,372*	0,438

* связь достоверная на 5 % уровне значимости

В отдельные годы выявлена достоверная положительная связь между продуктивностью и длиной стебля ($r = 532 - 0,604$); продуктивностью и массой 1000 семян ($r = 0,330 - 0,393$); массой 1000 семян и длиной стебля ($r = 0,303 - 0,331$). Взаимосвязь продуктивности растений с элементами структуры урожая оказалась более тесной на внутрисортовом уровне (таблица 35).

Таблица 35 – Корреляция между элементами структуры урожая гороха на внутри-сортовом уровне

Показатели	Тип листа**		
	л	у	яг
Масса семян с растения – длина стебля	0,894	0,627	0,748
Масса семян с растения – число бобов	0,931*	0,950*	0,999*
Масса семян с растения – число семян в бобе	0,963*	0,493	0,452
Масса семян с растения – число прод. узлов	0,618	0,459	0,566
Масса семян с растения – масса 1000 семян	-0,609	0,930*	0,788
Масса 1000 семян – длина стебля	-0,868	0,298	0,125
Масса 1000 семян – число бобов	-0,847	0,914*	0,548
Масса 1000 семян – число семян в бобе	-0,787	0,286	0,332
Масса 1000 семян – число прод. узлов	-0,899	0,114	0,040
Число семян в бобе – длина стебля	0,948*	0,716	0,014
Число семян в бобе – число бобов на растении	0,994*	0,648	-0,340
Число бобов – длина стебля	0,962*	0,548	0,706

*Достоверно при $p=0,5$; **л – листочковый (Альфа); у – усатый (Демос); яг – ярусная гетерофилия «хамелеон» (Спартак)

Установлена тесная положительная связь между продуктивностью и числом семян в бобе у листочкового сорта ($r = 0,963$); с массой 1000 семян у усатого и «хамелеона» ($r = 0,930 - 0,788$); между числом семян в бобе и длиной стебля у листочкового и усатого сортов ($r = 0,948 - 0,716$); между числом бобов и длиной стебля у листочкового и «хамелеона» ($r = 0,962 - 0,706$). Не зависимо от типа листа установлена тесная сопряженность массы семян с растения с числом бобов ($r = 0,999 - 0,931$), массы семян с растения и длиной стебля ($r = 0,894 - 0,627$). Для листочкового сорта характерна обратная тесная связь между массой 1000 семян и длиной стебля ($r = -0,868$), массой 1000 семян и числом бобов ($r = -0,847$), массой 1000 семян и числом семян в бобе ($r = -0,787$) и числом продуктивных узлов ($r = -0,899$). Однако, следует отметить, что во взаимодействии между отдельными элементами продуктивности присутствует сортоспецифичность.

Таким образом, на основе изучения исходных сортов установлено, что наиболее сильному влиянию условий внешней среды подвержены признаки: дли-

на стебля, число продуктивных узлов, число бобов с растения и масса семян с растения. Число узлов до первого боба, число семян в бобе, масса 1000 семян в первую очередь детерминируются генотипом. Значительное разнообразие коллекционного материала позволило выделить сорта с ценными селекционными признаками:

1. Сортообразцы *Aspair (af)*, *LWK*, *Askan*, *Nadmerslebener Diadem*, *Pica*, имеющие минимальную продолжительность периода от всходов до цветения (от 33 до 36 суток) и минимальное значение числа междоузлий до 1-го боба (от 9,6 до 11 шт.) можно использовать в селекции раннеспелых сортов гороха.

2. Сортообразцы *Флагман 5*, *Triplex*, *WL – 1395*, *Короткостебельный 1*, *Jezero*, *Батрак*, *Север*, *Демос*, *INRA 6221*, имеющие толстый стебель, короткие междоузлия, усатую форму листа можно использовать для селекции низкостебельных сортов гороха, устойчивых к полеганию.

3. Ценные для селекции гороха по отдельным элементам структуры урожая:

- по количеству бобов выделились сортообразцы *Pica*, *Fabina*, *Circo*, *Triofin*.

- по количеству семян в бобе выделились сортообразцы *Беркут*, *Livioletta*, *Aspair (af)*, *Николка*.

- по массе 1000 семян выделились сортообразцы с наименьшей вариабельностью признака: *Gastro*, *Tigra*, *INRA 6221*, *Орел*, *Комбайновый 1*, *Baroness*, *Руслан*, *Николка*, *Спартак*, *Неосыпающийся 1*, *Jade*, *Превосходный 240*, *Klarus*, *Finroy*.

4. Высокопродуктивные сортообразцы *Неосыпающийся 3*, *ОМК-1*, *Kala mukhi matar*, *Proteo*, *Livioletta*, *Jezero*, *Надежный*, *Орел*, *Аккорд*, *INRA 6221* можно использовать для селекции высокоурожайных сортов для Среднего Приамурья.

5. Сортообразцы *ОМК-1*, *Kala mukhi matar*, *Ji-6*, *Klarus*, *Triofin*, *Circo*, *Новатор*, *Николка*, *Mastin*, *Комбайновый 1*, *Diacol Boyasa*, *Батрак*, *Livioletta*, *Tara* можно использовать в селекции высокобелковых сортов различного направления использования для Среднего Приамурья.

6. Наибольшую ценность в селекции современных сортов гороха представляют образцы Батрак, Демос, INRA 6221, Север, сочетающие признаки, повышающие технологичность гороха – короткостебельность, усатый тип листа и неосыпающиеся семена, Jezero; а также высокобелковый высокопродуктивный листочковый сортообразец Livioletta.

3.3.2 Характеристика коллекции фасоли по основным морфологическим и хозяйственно-ценным признакам

Фасоль обыкновенная среди всех зернобобовых культур отличается наибольшим полиморфизмом признаков и свойств (Мирошникова, 2014). Велико разнообразие по высоте и типу роста, форме и плотности куста, по продолжительности периода вегетации, по величине, форме и окраске семян. Культуре присущ фотопериодизм, выращивание сортов, выведенных за пределами конкретной зоны, не гарантирует их высокую продуктивность. Поэтому необходимо иметь свой сортовой состав, адаптированный к местным почвенно-климатическим условиям (Казыдуб, 2013). На сегодняшний день актуальной является проблема изучения мирового разнообразия фасоли и отбора лучших образцов для непосредственного использования в производстве и формирования генофонда сортов для Дальневосточного региона (Тихончук, 2009).

С целью выявления наиболее ценного исходного материала в течение 4 лет (2017-2020 гг.) было изучено 69 образцов фасоли отечественной и зарубежной селекции, из них 33 сортообразца овощного направления использования (рисунок 21).

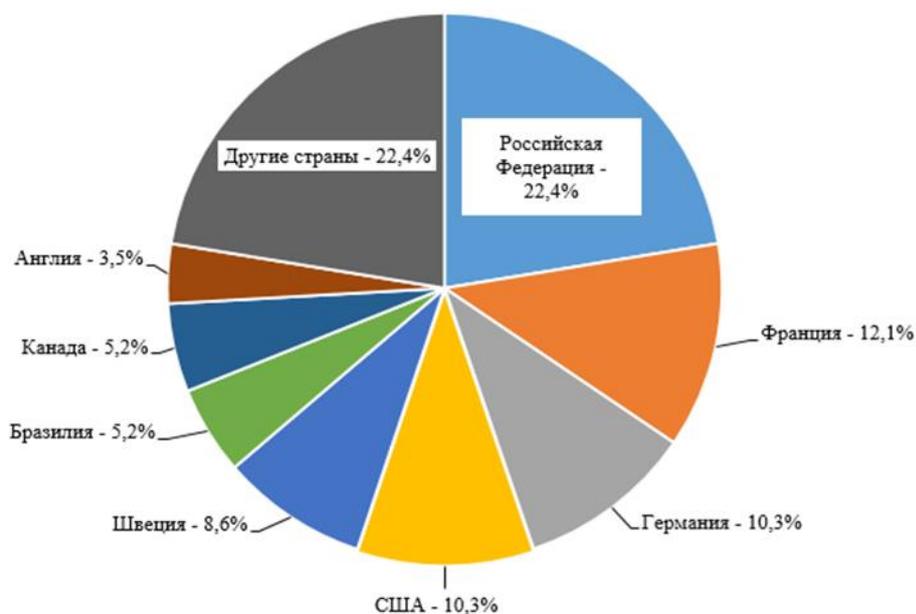


Рисунок 21 – Происхождение коллекционных сортов фасоли

Нашими исследованиями установлено большое разнообразие исходного материала по биологическим и хозяйственно ценным признакам (таблица 36).

Таблица 36 – Характеристика коллекционного питомника (2017-2020 гг.)

Селекционный признак	Число образцов, имеющих ценный признак
Раннеспелость (продолжительность вегетации до 90 дней)	5
Оптимальная высота растений	4
Высокое прикрепление нижних бобов	3
Максимальное число бобов	7
Озерненность боба	7
Продуктивность	7

3.3.2.1 Средовая изменчивость селекционных признаков фасоли

Многие авторы полагают, что ни один элемент структуры урожая не может быть единственным критерием урожайности растения. Урожайность как зеленых бобов, так и семян (зерна) у фасоли и ее стабильность определяются действием всего генотипа, возможностью его к саморегуляции, сохранению оптимальных условий для метаболизма при изменениях во внешней среде (Тихончук, 2009). Анализ данных показывает что, несмотря на значительные колебания по годам, величины элементов урожайности специфичны для каждого сорта и варьируют в разных пределах. Относительно устойчивыми сортовыми признаками у фасоли в гидротермических условиях Среднего Приамурья являются длина боба, содержание белка и продолжительность вегетации – $V < 10\%$ (рисунок 22).

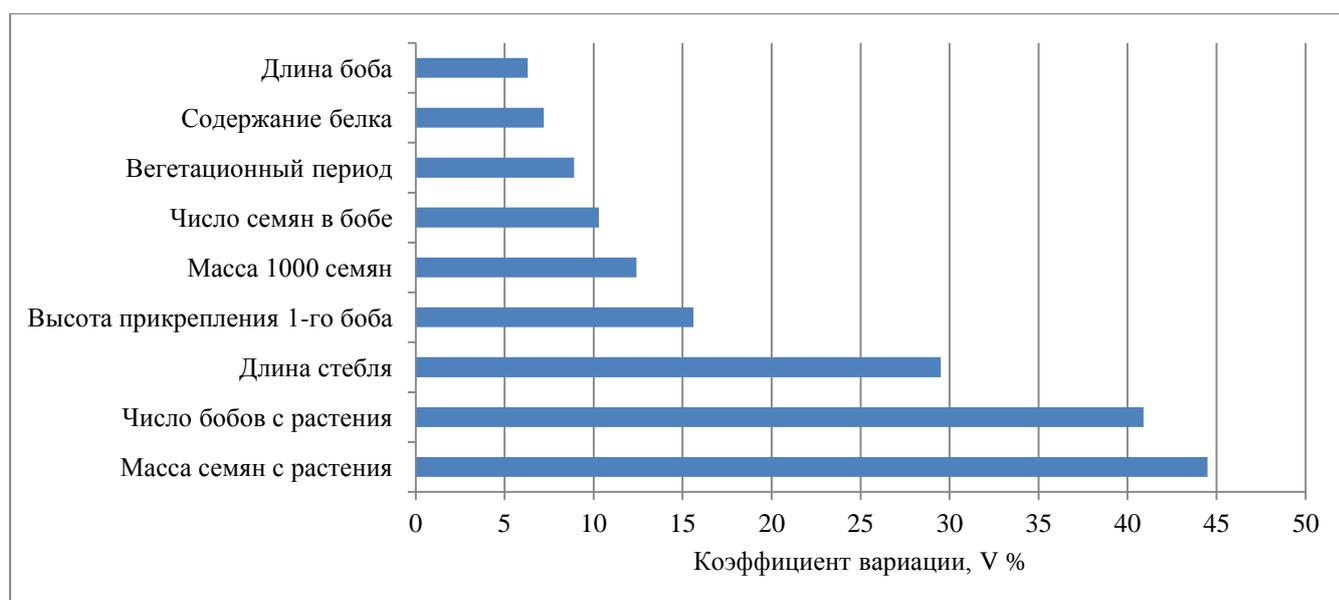


Рисунок 22 – Изменчивость признаков сортов фасоли в коллекционном питомнике (2017-2020 гг.)

У признаков число бобов с растения и масса семян с растения, которые характеризуют продуктивность растений, коэффициенты средовой изменчивости были значительно выше. Длина стебля также характеризуется сильной средовой изменчивостью.

3.3.2.2 Продолжительность фенологических периодов

Продолжительность вегетационного периода является важнейшим селекционным признаком, определяющим возможность возделывания того или иного сорта в определенном регионе. Особенно актуальным этот вопрос становится в зоне рискованного земледелия, характеризующимся неустойчивым гидротермическим режимом и высокой напряженностью тепла. Известно, что продолжительность вегетации фасоли изменяется в зависимости от широты местности и высоты над уровнем моря. В зависимости от особенностей погодных условий года в одном и том же пункте вегетационный период фасоли подвержен изменчивости в пределах 10-25 дней (Иванов, 1961). Продолжительность вегетационного периода зависит от сортовых особенностей и условий выращивания, однако влияние сорта более существенно – 40 % (рисунок 23). В наиболее благоприятном по гидротермическим условиям 2017 году продолжительность вегетационного периода варьировала от 84 до 111 суток ($x_{cp} = 99,5 \pm 2,50$ суток). В 2018 году, характеризующимся самым сухим периодом созревания, продолжительность вегетационного периода варьировала от 74 до 106 суток ($x_{cp} = 88,7 \pm 2,07$ суток). В избыточно переувлажненном 2019 году при относительно позднем посеве (9 июня) продолжительность вегетационного периода варьировала от 82 до 116 суток ($x_{cp} = 99,3 \pm 0,90$ суток). В 2020 году при минимально низких температурах в начальный период роста растений, продолжительность вегетационного периода изменялась от 88 до 119 суток ($x_{cp} = 100,9 \pm 1,54$ суток).

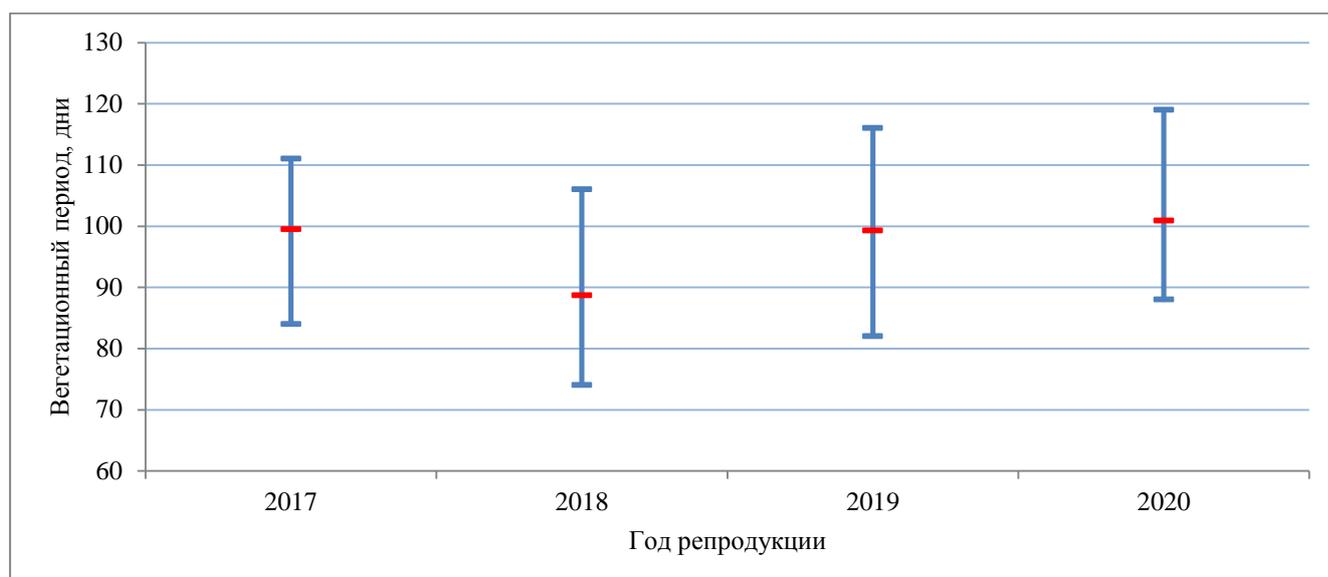


Рисунок 23 – Изменчивость вегетационного периода у сортов фасоли в коллекционном питомнике

Изменчивость на внутрисортном уровне колебалась от 7 (у сорта Sonesta, $x_{cp} = 106 \pm 1,47$ суток; $V = 2,7\%$) до 28 дней (у сорта Маркиза, $x_{cp} = 97,5 \pm 4,20$ суток; $V = 13,3\%$). Согласно Международному классификатору СЭВ культурных видов рода *Phaseolus* L. 27,6 % изучаемых сортов относились к среднеспелым (вегетационный период составил 81 - 90 суток), остальные – к позднеспелым (более 91 суток) (Международный классификатор СЭВ культурных видов рода *Phaseolus* L., 1985). Ранним созреванием характеризовались образцы зерновой фасоли К-15550 (Таджикистан), Зуша, Рубин (Россия), АС Elk (Канада), средняя продолжительность вегетационного периода которых составляла 82 - 85 суток. Среди овощных сортов минимальное значение вегетационного периода в среднем за годы исследований отмечено у сорта Starnel (Франция) ($x_{cp} = 92,2 \pm 2,71$ суток; $V = 8,6\%$). Зерновой сорт Рубин и овощной Major (Франция) отличались минимальной вариабельностью признака – 2,7 и 2,9 % соответственно. Все выделившиеся сортообразцы имели минимальную продолжительность периода от всходов до цветения – от 28 до 34 суток и могут использоваться в селекции раннеспелых сортов фасоли для Среднего Приамурья.

3.3.2.3 Высота растений

Высота растения является определяющим признаком для оценки сортов образцов на пригодность к механизированной уборке. Растение должно иметь прочный не лежащий стебель высотой, достаточной для комбайновой уборки (не менее 35 см). В наших исследованиях значительное влияние на нее оказывали условия внешней среды, доля влияния составила 62,1 %. В наиболее благоприятном по гидротермическим условиям 2017 году длина стебля варьировала от 35 см до 70 см ($x_{\text{cp}} = 48,9 \pm 1,90$ см). В 2018 году, характеризующимся низким температурным режимом на фоне избыточного переувлажнения в первой половине вегетации, длина стебля варьировала от 17с до 45,3 см ($x_{\text{cp}} = 29,9 \pm 2,40$ см). В избыточно переувлажненном 2019 году при относительно позднем посеве (9 июня) длина стебля варьировала от 24 см до 56,5 см ($x_{\text{cp}} = 34,2 \pm 1,98$ см). В 2020 году при минимально низких температурах в начальный период роста растений, длина стебля варьировала от 21,1 см до 49,1 см ($x_{\text{cp}} = 31,2 \pm 1,20$ см) (рисунок 24).

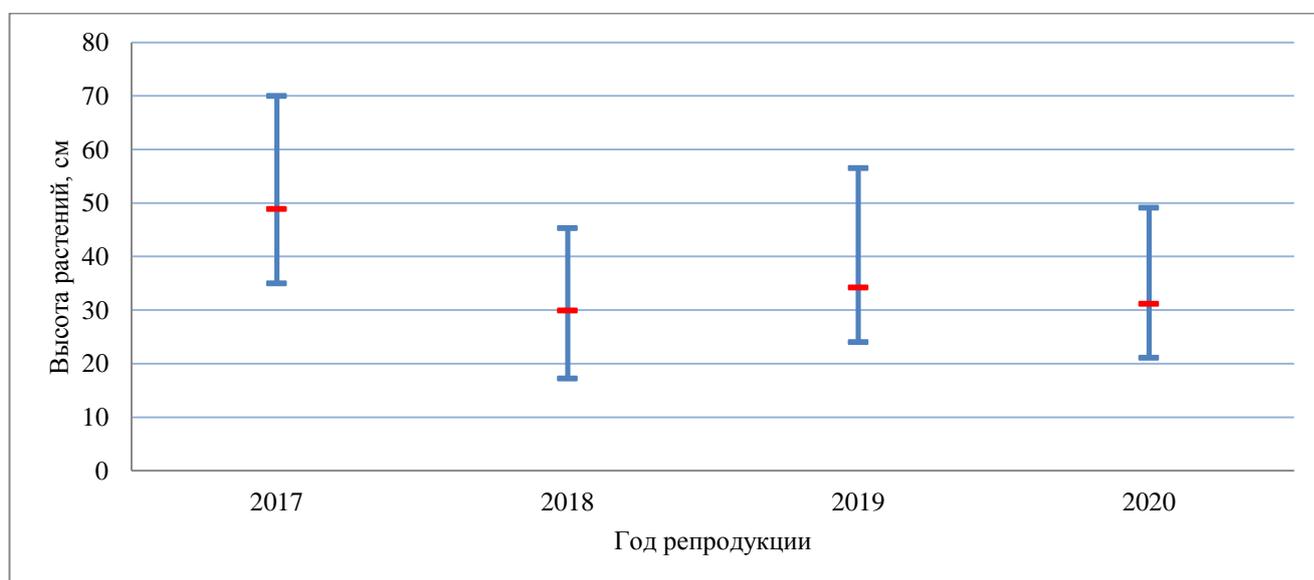


Рисунок 24 – Изменчивость высоты растений у сортов фасоли в коллекционном питомнике

На рисунке четко видно, что на высоту растения наиболее негативно влияют неблагоприятные гидротермические условия, сложившиеся в период от всходов до массового цветения в 2018 году (ГТК = 2,9). Изменчивость на внутрисортном уровне была от средней до высокой и варьировала от 5,1 см (у сорта Magna, $x_{cp} = 33,5 \pm 1,7$ см; $V = 8,6$ %) до 28,6 см (у сорта Empress, $x_{cp} = 30,2 \pm 6,0$ см; $V = 40,0$ %). Около 55 % изучаемых сортообразцов в среднем за годы испытаний имели высоту растений до 35 см. В селекционном плане ценность представляют относительно скороспелые зерновые сорта К-15703 (Таджикистан), Alberta Pink (Канада), высота растений у которых в среднем за годы исследований составила 45 см. Среди овощных сортов выделились Major (Франция) и Sonesta (Польша), высота растений у них в среднем составила 40,6 и 38,5 см соответственно.

3.3.2.4 Высота прикрепления нижнего боба

Высота прикрепления нижнего боба также является одним из важнейших показателей технологичности сорта. Нижние бобы с точки зрения семеноводства являются ценным материалом, поэтому их потеря при комбайновой уборке вследствие низкого расположения на растении не допустима. Подбор сортов с максимально высоким прикреплением нижнего боба решает эту задачу. Большое влияние на проявление признака оказывает сорт – 42%. В наиболее благоприятном по гидротермическим условиям 2017 году высота прикрепления нижнего боба варьировала от 9,3 см до 21,7 см ($x_{cp} = 14,6 \pm 1,20$ см). В 2018 году, при самой низкой высоте растений, высота прикрепления нижнего боба варьировала от 7,8 см до 19,8 см ($x_{cp} = 12,4 \pm 1,10$ см). В избыточно переувлажненном 2019 году высота прикрепления нижнего боба варьировала от 11,5 см до 21,8 см ($x_{cp} = 15,3 \pm 0,70$ см). В 2020 году при минимально низких температурах в начальный период роста растений, высота прикрепления нижнего боба варьировала от 7,4 см до 17,5 см ($x_{cp} = 12,3 \pm 0,40$ см) (рисунок 25).



Рисунок 25 – Изменчивость высоты прикрепления нижнего боба у сортов фасоли в коллекционном питомнике

Изменчивость на внутрисортном уровне была от низкой до высокой и колебалась от 1,0 см (у К-15550, $x_{cp} = 14,6 \pm 0,91$ см; $V = 2,9$ %) до 11,0 см (у сорта Empress, $x_{cp} = 11,0 \pm 1,41$ см; $V = 25,6$ %). Более 72 % коллекционных образцов имели высоту прикрепления нижнего боба менее 16 см. Среди зерновых сортов выделился относительно скороспелый сортообразец К-15703 (Таджикистан) и позднеспелый сорт Tuі (Румыния), в среднем высота прикрепления нижнего боба у них составила 18,6 см и 20,8 см соответственно. У овощных сортов выделился сортообразец К-15068 (Азербайджан) с высотой прикрепления нижнего боба 16,6 см. Проведенный анализ позволяет рекомендовать использовать выделившиеся сортообразцы в селекции высокотехнологичных сортов фасоли для условий Среднего Приамурья.

3.3.2.5 Количество бобов на растении

Количество бобов на растении является одним из важнейших элементов продуктивности. Основным фактором, влияющим на данный показатель, оказались условия внешней среды – доля влияния составила 51,8 %. В наиболее благо-

приятном по гидротермическим условиям 2017 году число бобов варьировало от 8 до 29,7 штук ($x_{cp} = 15,8 \pm 1,07$ шт.). В относительно неблагоприятные 2018 и 2019 годах завязываемость бобов была самой низкой и изменялась в 2018 году от 2 до 18,3 шт. ($x_{cp} = 8,4 \pm 1,20$ шт.), в 2019 году от 3,4 до 16,4 шт. ($x_{cp} = 8,2 \pm 0,95$ шт.). В 2020 году число бобов варьировало от 5,8 до 29,6 шт. ($x_{cp} = 13,2 \pm 0,78$ шт.) (рисунок 26).

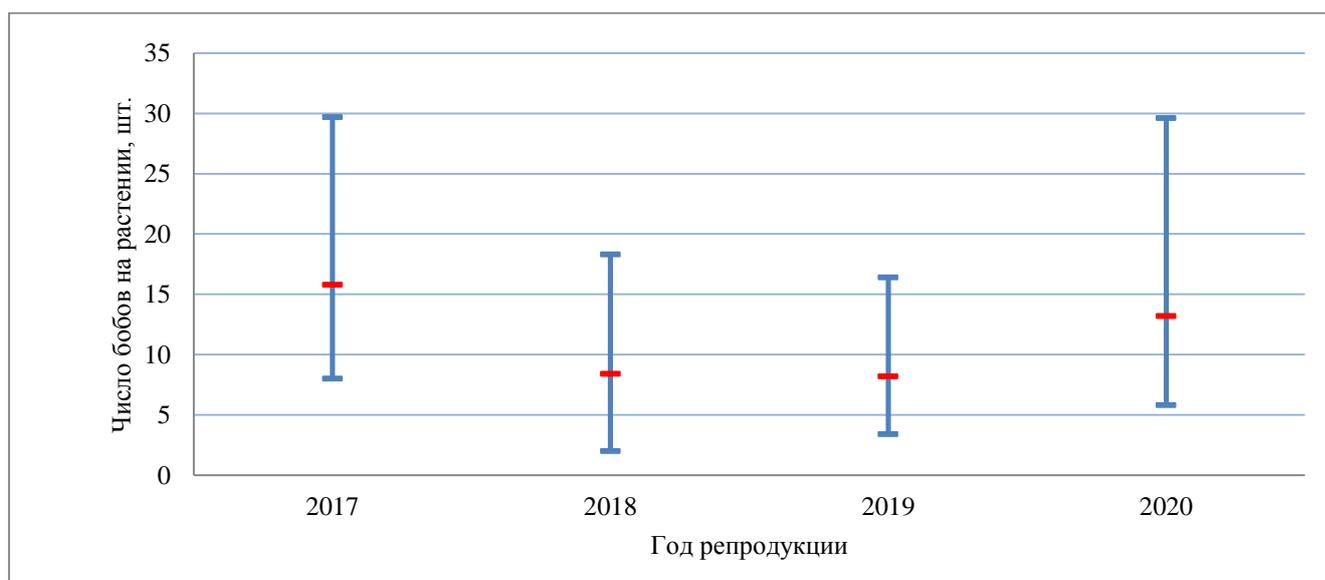


Рисунок 26 – Изменчивость числа бобов на растении у сортов фасоли в коллекционном питомнике

Наглядно видно, что количество бобов на растении детерминруется низким температурным режимом на фоне излишнего переувлажнения почвы. Около 30 % коллекционных сортов в среднем за годы исследований сформировали до 10 шт. бобов на растении, в основном это низкорослые и относительно раннеспелые сорта – зерновые К-15550 (5,3 шт.), Зуша (6,2), Рубин (8,1), Alberta Pink (9,8 шт.); овощной сорт Empress (9,7 шт.). Только 22 % сортообразцов в среднем за годы исследований сформировали более 15 бобов на одном растении.

Изменчивость признака на внутрисортовом уровне варьировала от 3,2 боба (у сорта Sonesta, $x_{cp} = 16,4 \pm 0,88$ штук; $V = 10,8$ %) до 9,4 боба (у сортообразца К-15588 из Армении, $x_{cp} = 8,2 \pm 2,28$ штук; $V = 55,8$ %). По числу бобов на одном

растении в годы исследований выделились зерновые сорта Kentwood (Канада, 22,7 шт.), Katja (Швеция, 16,1 шт.), Belmidak-RR-1 (США, 15,8 шт.). Среди овощных сортов выделились Nordia (Швеция, 20 шт.), Major (Франция, 18,6 шт.), Starnel (Франция, 18 шт.), Sonesta (Польша, 16,4 шт.).

3.3.2.5 Количество семян в бобе

Количество семян в бобе имеет большое значение для формирования урожая и зависит от количества семязачатков в бобе и от семяобразующей способности. Результаты дисперсионного анализа показали, что основное влияние на изменение данного признака в годы исследования оказали условия среды – доля влияния фактора 49 %. В благоприятном 2017 году число семян в бобе варьировало от 2,5 до 5,9 шт. ($x_{\text{ср}} = 4,1 \pm 0,2$ шт.), в переувлажненном 2018 году от 2,0 до 6,3 шт. ($x_{\text{ср}} = 4,2 \pm 0,27$ шт.), в 2019 году от 2,6 до 5,3 шт. ($x_{\text{ср}} = 3,9 \pm 0,26$ шт.), в 2020 году от 2,4 до 5,6 шт. ($x_{\text{ср}} = 3,4 \pm 0,10$ шт.) (рисунок 27).

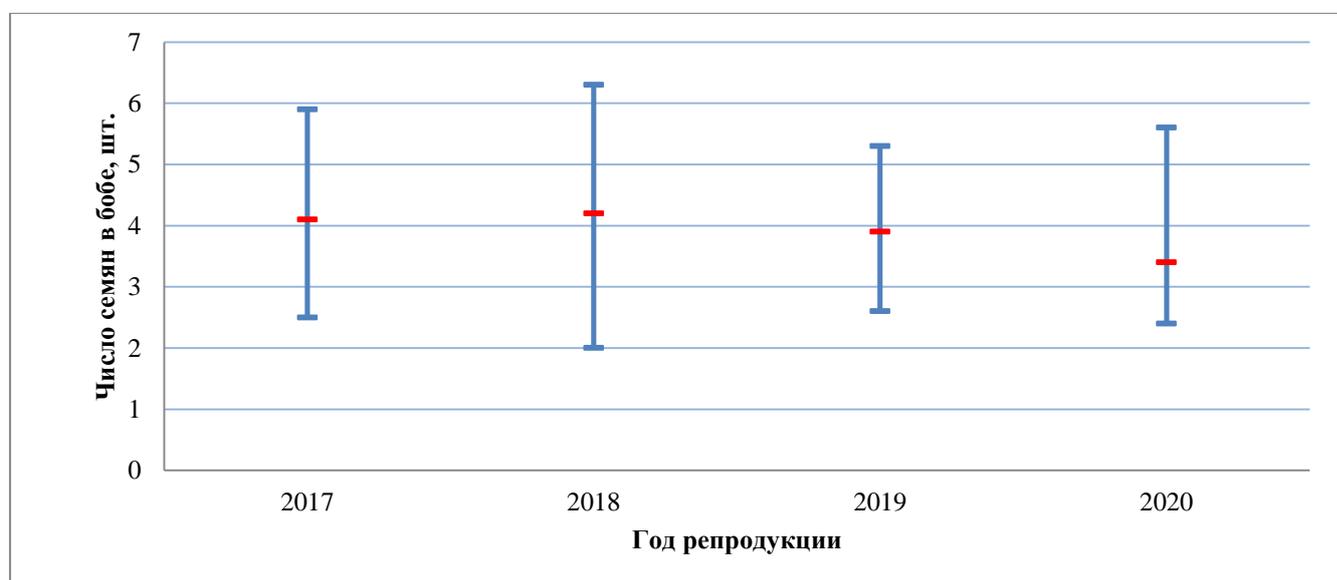


Рисунок 27 – Изменчивость озерненности боба у сортов фасоли в коллекционном питомнике

Таким образом, в 2018 году при минимальном количестве бобов на растении отмечается максимальный диапазон изменчивости числа семян в бобе. Изменчивость признака на внутрисортовом уровне колебалась от 0,3 семян (у сорта Маркиза, $x_{cp} = 3,1 \pm 0,06$ штук; $V = 4,2$ %) до 1,2 семян (у сортообразца К-15588, $x_{cp} = 2,8 \pm 0,27$ штук; $V = 19,5$ %). В среднем за годы исследований максимальное значение признака отмечено у зерновых сортов Terra velha (Бразилия, 5,6 шт.), Belmidak-RR-1 (США, 5,1 шт.), Radiante (Бразилия, 4,4 шт.), К-60 (Монголия, 4,3 шт.); среди овощных сортов выделился сортообразец Дачная (Россия, 4,7 шт.), Empress (Венгрия, 4,5 шт.), Starnel (Франция, 4,3 шт.). Минимальным значением признака характеризовались сорта Cafeton (Франция, 2,6 шт.), Kentwood (Канада, 2,7 шт.), среди овощных сортов – Триумф сахарный 764 (США, 2,7 шт.).

3.3.2.7 Масса 1000 семян

Масса 1000 семян является важнейшим слагаемым продуктивности растений и зависит от генетических особенностей сорта и условий внешней среды. Особое значение данный показатель приобретает при оценке сортов фасоли на предмет пригодности к механизированному возделыванию. Для сохранения товарности зерна и высоких посевных качеств семена должны быть не слишком крупные. Показано, что для образцов зерновой фасоли оптимальная масса 1000 семян не должна превышать 400 грамм (Тихончук, 2009; Казыдуб, 2013). Для овощных сортов, напротив, рекомендованы сорта с мелкими семенами, оптимальная абсолютная масса семян не должна превышать 230-250 г. Это обеспечивает снижение расхода семенного материала при посеве и улучшение качества зеленых бобов (Клинг, 2011). Бобы с более крупными семенами обладают склонностью к быстрому утолщению и потере товарных качеств и, как следствие, непригодности к переработке (Казыдуб, 2020).

Анализ коллекционного материала показал значительное варьирование сортов по данному показателю. На проявление признака значительное влияние оказывает сорт – доля влияния фактора составляет 68 %. Основное количество зерно-

вых сортов имело массу 1000 семян от 250 г до 400 г; 23 % сортообразцов имело массу 1000 семян ниже 250 г, и только у 20 % коллекционных сортообразцов масса 1000 семян превышала 400 г. Среди овощных сортов преобладали мелкосеменные сорта и только 31% коллекционных сортообразцов имел массу 1000 семян более 250 г. В благоприятных гидротермических условиях 2017 года масса 1000 семян варьировала от 152,6 до 554,5 г ($x_{cp} = 322,4 \pm 12,50$ г), в переувлажненном 2018 году – от 172,3 г до 507,7 г ($x_{cp} = 272 \pm 12,3$ г), в 2019 году – от 151 до 555 г ($x_{cp} = 326,4 \pm 18,7$ г), в 2020 году – от 144 до 511 г ($x_{cp} = 295 \pm 14,7$ г). Изменчивость признака на внутрисортном уровне колебалась от 31 г (у сорта Rovet, $x_{cp} = 261,7 \pm 6,50$ г; $V = 5$ %) до 222,4 г (у сортообразца К-15588, $x_{cp} = 440,6 \pm 46,2$ г; $V = 20,0$ %). Дисперсионный анализ по массе 1000 семян в коллекции показал, что на данный показатель значительное влияние оказывает сорт – 68,3%. Минимальным значением признака в среднем за годы исследований характеризовались сорта Belmidak-RR-1 (США, 155,5 г), Terra velha (Бразилия, 174,0 г), К-15131(США, 164,5 г). Селекционную ценность представляют сортообразцы, имеющие наименьшую вариабельность признака (менее 7 %), такие как: зерновые сорта Tiger (Германия, 281,7г), К-15703 (Таджикистан, 521,4 г) и овощной сорт Rovet (США, 261,7 г).

3.3.2.8 Масса семян с растения

Семенная продуктивность растений определяется комплексом морфологических и физиологических признаков. Немаловажная роль принадлежит благоприятному сочетанию элементов структуры урожая: длины боба, количества бобов на растении и семян в бобе. Значительное влияние на массу семян с растения оказало влияние внешних условий – 44 %, на долю сорта приходится 23 %. При изучении коллекции нами отмечено значительное варьирование данного показателя. Максимальные значения семенной продуктивности сформировались при благоприятных погодных условиях в 2017 году и варьировали от 11,2 до 25 г ($x_{cp} = 17,7 \pm 2,0$ г), минимальные – в переувлажненном 2018 году, значения в этих

условиях изменялись от 2,0 г до 17,6 г ($x_{cp} = 9,0 \pm 1,20$ г). Немногим лучшие значения показателя сформировались в 2019 году и находились в пределах от 2,9 г до 23,9 ($x_{cp} = 9,6 \pm 1,18$ г), в 2020 году – 5,3 - 29,8 г ($x_{cp} = 12,6 \pm 0,80$ г). Изменчивость признака на внутрисортном уровне колебалась от 3,1 г (у сорта Starnel, $x_{cp} = 14,6 \pm 0,92$ г; $V = 10,9$ %) до 13,9 г (у сорта Magna, $x_{cp} = 14,0 \pm 5,10$ г; $V = 63,4$ %). Около 29 % изучаемых сортообразцов сформировали невысокую массу семян с растения – до 10 г. Минимальным значением признака в среднем за годы исследований характеризовались зерновые сорта Tiger (Германия, 3,5 г), Cafeton (Франция, 4,8 г), Зуша (Россия, 6,4 г); овощные сорта Виола (Россия, 6,3 г) и Empress (Венгрия, 7,9 г). В среднем за годы исследований максимальное значение признака отмечено у зерновых сортов Katja (Швеция, 18,2 г), Terra velha (Бразилия, 18,0 г), Tui (Румыния, 15,0 г); среди овощных сортов выделился Major (Франция, 15,8 г), Nordia (Швеция, 15,8 г), Sonesta (Польша, 15,3 г). Необходимо отметить, что сорта Major, Sonesta и Starnel имели минимальную вариабельность признака.

3.3.2.9 Взаимосвязь признаков продуктивности фасоли

По данным Паркиной О.В. (2003), у высокопродуктивных стабильных сортов фасоли все элементы структуры урожая взаимосвязаны и оптимальны. Наиболее высокопродуктивные и стабильные по годам сорта должны отличаться оптимально сбалансированным развитием всех элементов структуры урожая. В результате проведенного анализа полученных данных были выделены сортообразцы, выделяющихся по комплексу ценных селекционных признаков (таблица 37).

Таблица 37 – Выделившиеся сортообразцы в коллекционном питомнике

Сортообразец	Страна происхождения	Вегетационный период, сутки	Масса семян с раст., г	Высота прикрепления 1-го боба, см	Число бобов, шт.	Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
Katja	Швеция	88	18,2	12,5	16,1	3,0	427,9
Nordia	Швеция	115	15,8	8,2	20	3,8	227,5
K-15703	Таджикистан	84	12,5	18,6	7,2	3,1	521,4

Продолжение таблицы 37

Сортообразец	Страна происхождения	Вегетационный период, сутки	Масса семян с раст., г	Высота прикрепления 1-го боба, см	Число бобов, шт.	Число семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г
Terra velha	Бразилия	96	18,0	15,6	18,7	5,6	174,0
Starnel	Франция	92	14,6	10,4	18	4,3	208,0
Major	Франция	105	15,8	15,8	18,6	3,6	245,0
Sonesta	Польша	106	15,3	15,6	16,4	4,2	239,3

Проведенный нами корреляционный анализ показал, что степень влияния отдельных элементов структуры урожая на продуктивность растений различна (таблица 38).

Таблица 38 – Корреляция между элементами структуры урожая фасоли на межсортном уровне.

Показатели	2017г.	2018г.	2019г.	2020г.	За период 2017-2020 гг.
Масса семян с растения – длина стебля	0,984*	0,407	0,480	0,971*	0,710
Масса семян с растения – число бобов	0,980*	0,956*	0,476	0,978*	0,847
Масса семян с растения – число семян в бобе	0,953*	0,103	0,534	-0,944	0,161
Масса семян с растения – масса 1000 семян	0,893*	0,097	0,746*	0,007	0,436
Масса 1000 семян – число бобов	-0,994	0,211	-0,920	0,672	-0,257
Масса 1000 семян – длина стебля	-0,309	0,279	0,529*	0,514*	0,253
Масса 1000 семян – число семян в бобе	-0,996	-0,659	-0,993	-0,958	-0,901
Число семян в бобе – число бобов на растении	0,994*	0,308	0,936*	-0,855	0,345
Число бобов – длина стебля	0,929*	0,547	0,997*	0,900	0,843
Длина стебля – высота прикрепл. 1-го боба	-0,128	0,933*	0,253	0,374	0,358

* связь достоверная на 5 % уровне значимости

В среднем за годы исследований установлена тесная связь на межсортном уровне между массой семян с растения и длиной стебля ($r = 0,407 - 0,984$), массой семян с растения и числом бобов ($r = 0,476 - 0,980$), числом бобов и длиной стебля

($r = 0,547 - 0,997$). Отмечается тесная обратная связь между массой 1000 семян и числом семян в бобе ($r = -0,659 - 0,996$).

Не установлена связь между продуктивностью и числом семян в бобе; массой 1000 семян и числом бобов; массой 1000 семян и числом продуктивных узлов; числом семян в бобе и длиной стебля; числом семян в бобе и числом бобов на растении; длиной стебля и высотой прикрепления первого боба. Взаимосвязь продуктивности растений с элементами структуры урожая оказалась более тесной на внутрисортном уровне (таблица 39).

Таблица 39 – Корреляция между элементами структуры урожая гороха на внутрисортном уровне

Показатели	Зерновая Belmidak-RR-1	Овощная Sonesta
Масса семян с растения – длина стебля	0,988*	0,644*
Масса семян с растения – число бобов	0,997*	0,609
Масса семян с растения – число семян в бобе	0,977*	0,981*
Масса семян с растения – масса 1000 семян	-0,678	-0,013
Масса 1000 семян – число бобов	-0,728	-0,800
Масса 1000 семян – длина стебля	-0,780	-0,773
Масса 1000 семян – число семян в бобе	-0,507	-0,206
Число семян в бобе – число бобов на растении	0,959*	0,751
Число бобов – длина стебля	0,996*	0,999*
Длина стебля – высота прикрепл. 1-го боба	0,990*	0,999*

* связь достоверная на 5 % уровне значимости

Установлена тесная сопряженность массы семян с растения и числом семян в бобе ($r = 0,977 - 0,981$); числом семян в бобе и числом бобов ($r = 0,751 - 0,959$); числом бобов и длиной стебля ($r = 0,996 - 0,999$); длиной стебля и высотой прикрепления первого боба ($r = 0,990 - 0,999$). Установлена тесная обратная связь между массой 1000 семян и числом бобов ($r = -0,800 - 0,728$); массой 1000 семян и длиной стебля ($r = -0,780 - 0,773$).

Таким образом, на основе изучения исходных сортов установлено, что наиболее сильному влиянию условий внешней среды подвержены признаки: длина стебля, число бобов с растения и масса семян с растения. Число семян в бобе, масса 1000 семян и высота прикрепления первого боба в первую очередь детерминируются генотипом. Значительное разнообразие коллекционного материала позволило выделить сорта с ценными селекционными признаками:

1. Сортообразцы зерновой фасоли К-15550 (Таджикистан), Зуша, Рубин (Россия), AC Elk (Канада) и сорт овощной Starnel (Франция), имеющие минимальное значение вегетационного периода (от 82 до 92 суток) и минимальную продолжительность периода от всходов до цветения (от 28 до 34 суток) можно использовать в селекции раннеспелых сортов фасоли для условий Среднего Приамурья.

2. Зерновые сорта Alberta Pink (Канада), К-15703 (Таджикистан), Tui (Румыния), а также овощные Major (Франция), Sonesta (Польша), К-15068 (Азербайджан) можно использовать в селекции технологичных сортов фасоли, максимально приспособленных к механизированной уборке в условиях Среднего Приамурья.

3. Установлены ценные для селекции фасоли сортообразцы по отдельным элементам структуры урожая:

- по количеству бобов выделились Kentwood (Канада), Katja (Швеция), Belmidak-RR-1 (США); среди овощных сортов – Nordia (Швеция), Major, Starnel (Франция), Sonesta (Польша).

- по количеству семян в бобе среди зерновых сортов выделились Terra velha, Radiante (Бразилия), Belmidak-RR-1 (США), К-60 (Монголия); среди овощных сортов – сортообразец Дачная (Россия), Empress (Венгрия), Starnel (Франция).

4. Высокопродуктивные зерновые сорта Katja (Швеция), Terra velha (Бразилия), Tui (Румыния) и овощные сорта Major (Франция), Nordia (Швеция), Sonesta (Польша) можно использовать для селекции высокоурожайных сортов фасоли различного направления использования для Среднего Приамурья.

5. Наибольшую ценность в селекции современных сортов фасоли для Среднего Приамурья представляют образцы Katja, Nordia (Швеция), Terra velha (Бразилия), К-15703 (Таджикистан), Starnel, Major (Франция), Sonesta (Польша), сочетающие в своем генотипе несколько ценных селекционных признаков и отвечающие требованиям производства.

ГЛАВА 4 МОДЕЛИРОВАНИЕ СОРТОВ ГОРОХА И ФАСОЛИ

Разработка модели сорта, пригодного для конкретных почвенно-климатических условий, на сегодняшний день является актуальным направлением в селекции культурных растений. Совершенствование методических подходов и схемы селекционного процесса, а также построение рациональной модели сорта по заданным параметрам и использование при этом математической обработки данных непосредственно влияет на оптимизацию селекционного процесса (Гончаров, 2009). Сорт как основа технологии возделывания любой культуры является результатом сложного взаимодействия «генотип – среда» и реализует свой продуктивный потенциал и лучшие технологические качества только в определенных почвенно-климатических условиях (Smýkal, 2012; Якубенко, 2019). В то же время сорт является набором идентичных генотипов, каждый из которых представляет собой сложную систему взаимосвязанных признаков, где изменение одного влечет за собой изменение других отдельных или же совокупности нескольких признаков, подчас нежелательное для селекционера. Таким образом, невозможно в одном сорте сочетать все необходимые признаки в их максимальном проявлении. Успех селекции любой культуры для конкретных агроэкологических условий в значительной степени зависит от объективности разработки параметров модели сорта, что позволяет селекционеру более эффективно и экономично создавать сорта, максимально приближающиеся к идеальным. Модель сорта – это научный прогноз, показывающий, каким сочетанием признаков должны обладать растения, чтобы обеспечить заданный уровень продуктивности, устойчивости и других требуемых производством качеств (Бороевич, 1984). Модель сорта сочетает в себе определенные количественные и качественные характеристики основных хозяйственно важных признаков и свойств растений, проявляющиеся в конкретной почвенно-климатической зоне (Гребенникова, 2016).

4.1 Моделирование сортов гороха для условий Среднего Приамурья.

В Государственном реестре на 2021 год в Дальневосточном регионе допущены к использованию сорта гороха посевного Аннушка, Аксайский усатый 55, Варис, Спартак и сорт гороха полевого Зарянка. В условиях достаточного, а иногда и избыточного увлажнения все районированные сорта показывают себя как среднеспелые, время их биологической спелости совпадает с началом муссонных дождей, что делает механизированную уборку невозможной. При перестое на корню из-за сильных ветров и высокой влажности в этот период увеличивается вероятность полегания и прорастания, что напрямую влияет на качество полученного урожая. Все районированные сорта в условиях достаточной влагообеспеченности формируют стебель высотой до 80 см, и даже усатые сорта Варис и Аксайский усатый 55 в таких условиях не являются устойчивыми к полеганию. Характерной особенностью муссонного климата являются периоды с длительным переувлажнением почвы, что провоцирует проявление на посевах зернобобовых и, в частности гороха, корневых гнилей. Данные сорта являются восприимчивыми к корневым гнилям, что также отражается на их продуктивности в регионе. Таким образом, рентабельное возделывание гороха на зерновые и зернофуражные цели в Дальневосточном регионе должно базироваться на новых высокопродуктивных сортах, выведенных в данных почвенно-климатических условиях и наиболее адаптированных к ним.

Основными требованиями, предъявляемыми к сортам гороха, возделываемым в южных районах Хабаровского края, являются:

- высокая продуктивность семян;
- раннее и дружное созревание;
- устойчивость к полеганию;
- устойчивость к пониженным температурам и переувлажнению почвы;
- устойчивость к грибным и бактериальным заболеваниям;
- высокое качество продукции.

Анализ взаимосвязей элементов продуктивности с изученными признаками показывает значительное увеличение массы семян с растения при возрастании длины стебля растений с 20-30 см до 50-60 см (рисунок 28).

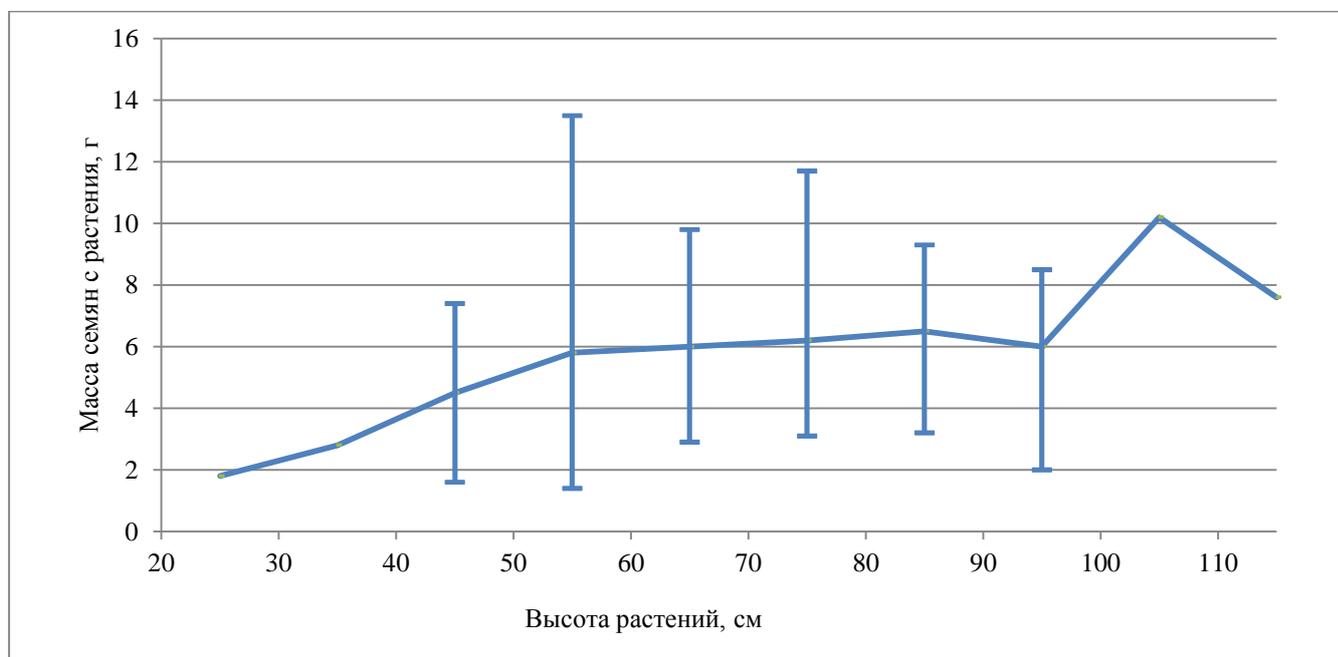


Рисунок 28 – Взаимосвязь между продуктивностью и высотой растений

В дальнейшем, при увеличении высоты растений до 85 см наблюдается незначительный рост продуктивности. Максимальному значению показателя соответствует длина стебля 95 см и более, однако такая высота растений не оправдана в условиях нашего региона и не способствует устойчивости стеблестоя к полеганию. Таким образом, в селекционном процессе отбор растений с высотой 55-75 см обеспечит максимальную продуктивность.

По результатам корреляционного анализа между признаками «масса семян с растения» и «число бобов на растении» установлена тесная положительная связь ($r = 0,786 \pm 0,08$). Наиболее продуктивными являются сорта с большим количеством бобов (рисунок 29).

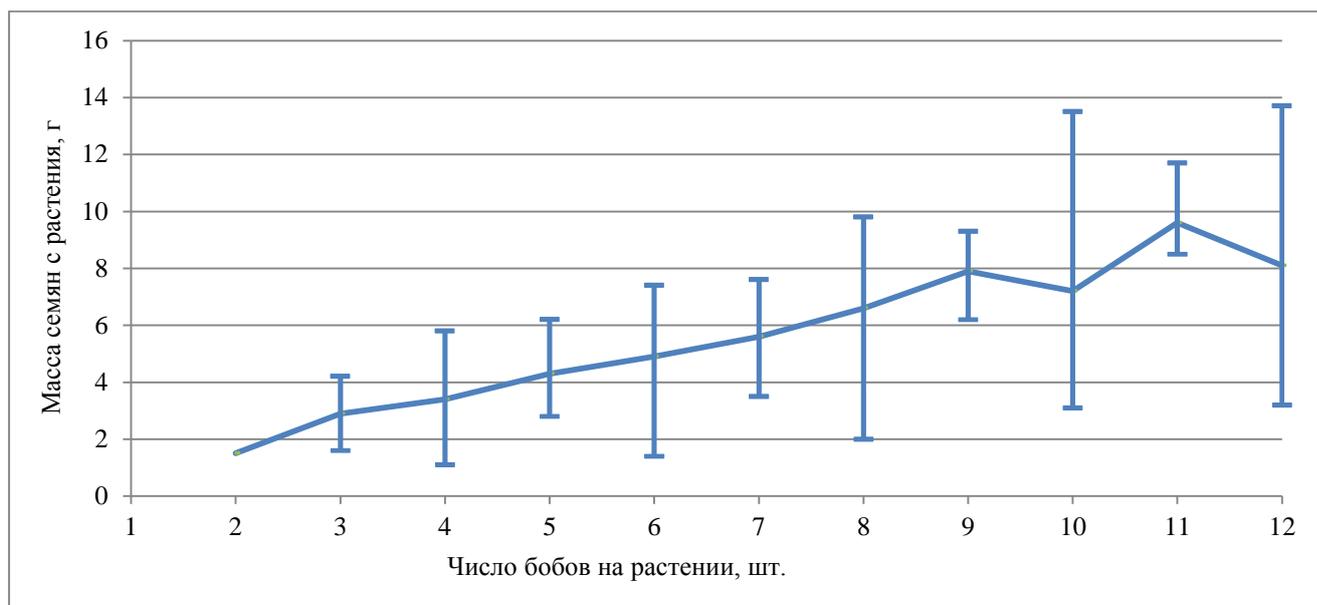


Рисунок 29 – Взаимосвязь между продуктивностью и числом бобов на растении

Однако максимальное количество бобов формируется у позднеспелых сортов, поэтому за модельную величину мы приняли 7-9 бобов. Взаимосвязь между массой семян с растения и числом продуктивных узлов слабая положительная, максимальная продуктивность наблюдается при формировании их в количестве 5-6 штук (рисунок 30).

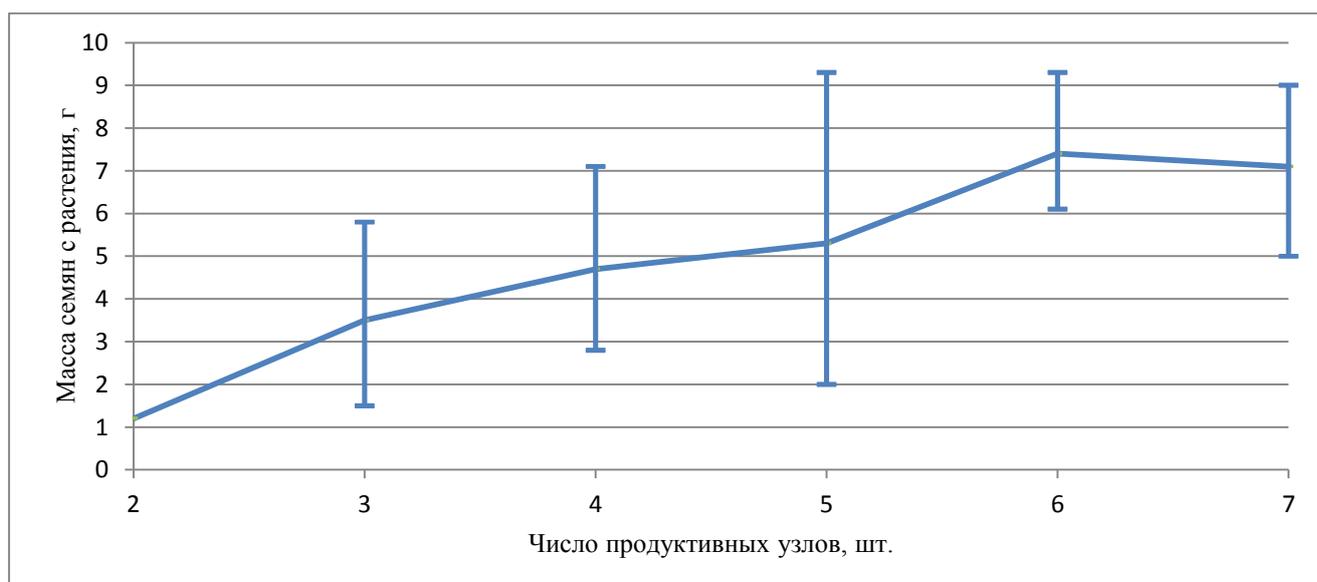


Рисунок 30 – Взаимосвязь между продуктивностью и числом продуктивных узлов на растении

Число семян в бобе также является важным элементом структуры урожая. Изучение коллекционного материала показало, что наибольшая продуктивность формируется при количестве семян в бобе 3,5 - 4,5 шт. (рисунок 31).

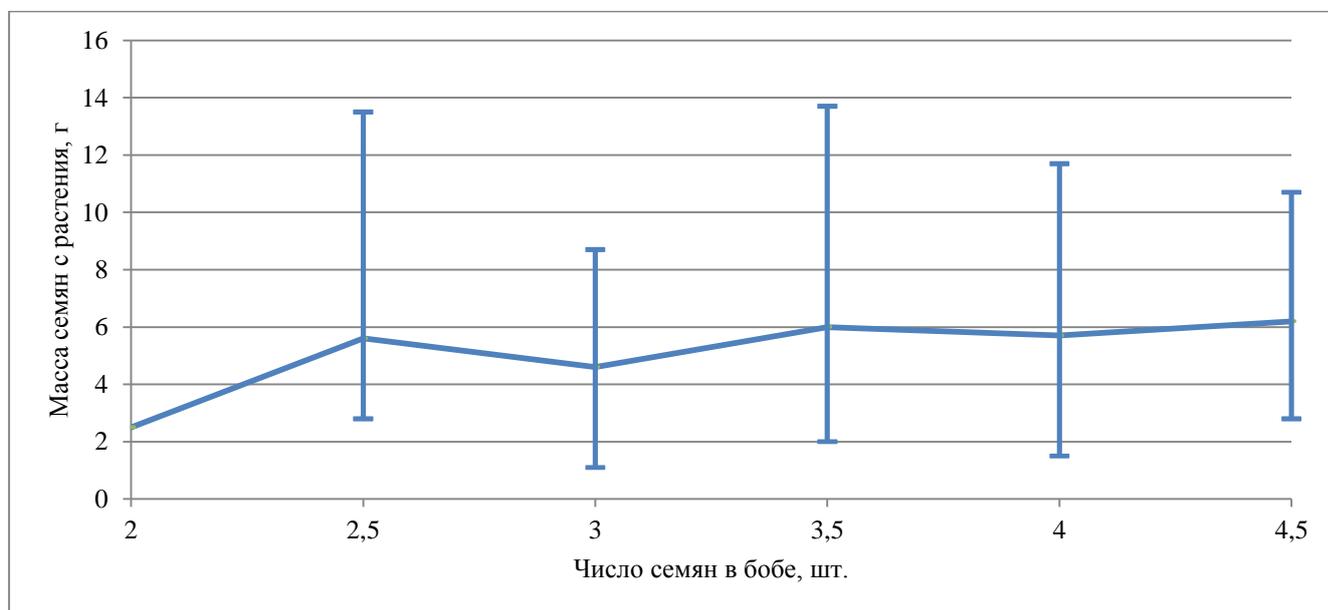


Рисунок 31 – Взаимосвязь между продуктивностью и числом семян в бобе

Однако достоверная тесная корреляционная связь между признаками отмечена только у листочковых сортов.

Продуктивность растения определяется как числом семян в бобе, так и их крупностью. Максимальное значение показателя отмечено у сортов с массой 1000 семян от 180 до 200 г (рисунок 32).

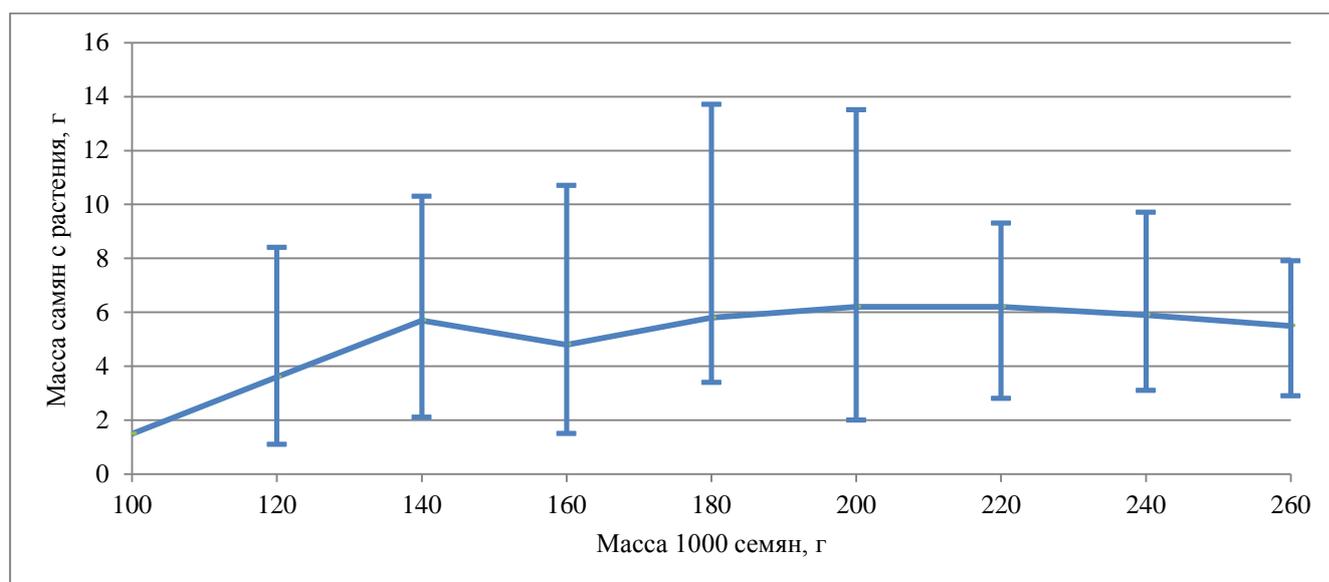


Рисунок 32 – Взаимосвязь между продуктивностью и крупностью семян

Дальнейшее увеличение массы 1000 семян не влечет за собой повышение продуктивности. Следовательно, семена урожайных сортов гороха могут быть различной крупности в зависимости от направления использования. Таким образом, суммируя полученные данные можно определить параметры модели нового сорта гороха для условий региона (таблица 40).

Таблица 40 – Параметры районированных сортов гороха и модельного сорта

Показатель	Районированные сорта		Модель сорта
	Аксацкий усатый 55	Спартак	
Морфотип	усатый	хамелеон	усатый
Урожайность семян, ц/га	26,7	22,3	27-30
Вегетационный период, дни	74	76	68-70
Высота растения, см	88,2	67,2	55-75
Число междоузлий до 1-го боба, шт.	14,2	15,1	12-13
Число продуктивных узлов, шт.	3,7	4,9	5-6
Число бобов на растении, шт.	6,3	7,8	7-9
Число бобов на продукт. узле, шт.	1,7	1,6	2,0
Число семян в бобе	5	3-4	4-5
Наличие признака неосыпаемости	+	-	+
Масса 1000 семян, г	182,1	206,7	180-200
Масса семян с растения, г	7,7	5,2	7-9
Содержание белка, %	22-25	22-23	23-25

2 Моделирование сортов фасоли обыкновенной для условий Среднего Приамурья.

При моделировании параметров нового сорта фасоли для условий Дальневосточного региона необходимо учитывать основные лимитирующие факторы и особенность их распределения в критические периоды развития растений – в фазу цветения и формирования бобов. Разработка модели сорта фасоли должна опираться на биологические, морфологические, технологические и биохимические показатели (Лагутина, 1985; Казыдуб, 2013). Основными требованиями, предъявляемыми к сортам, возделываемым в южных районах Хабаровского края, являются:

- высокорослая кустовая форма с детерминантным стеблем;
- устойчивость к пониженным температурам и переувлажнению почвы;
- раннее и дружное созревание;
- высокое прикрепление нижних бобов (не ниже 16 см);
- высокая продуктивность семян;
- устойчивость к полеганию;
- устойчивость к грибным и бактериальным заболеваниям;
- высокое качество продукции.

Для корректировки параметров будущей модели сорта использовали данные в рамках границы изменчивости потенциальной продуктивности, обеспечиваемой ресурсами климата в Дальневосточном регионе. Установлена тесная связь между массой семян с растения и длиной стебля ($r = 0,710 \pm 0,27$). Анализ взаимосвязей массы семян с растений и высоты растений показывает, что максимальную семенную продуктивность обеспечивают растения высотой 40-45 см независимо от направления использования (рисунок 33).

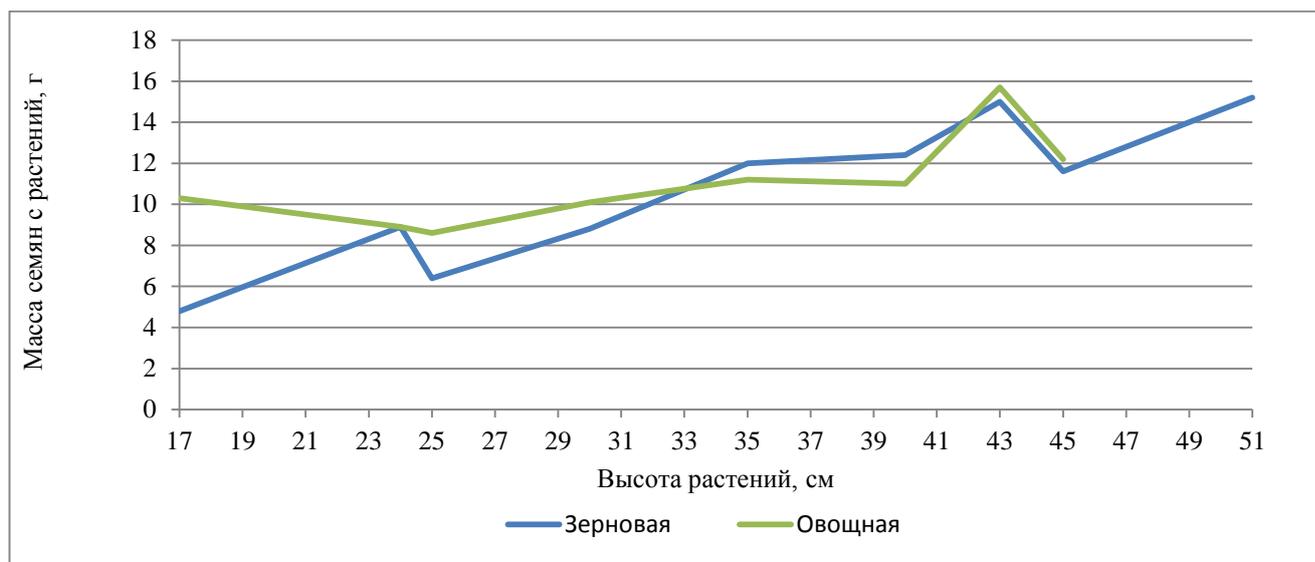


Рисунок 33 – Взаимосвязь между семенной продуктивностью и высотой растений фасоли

Дальнейшее увеличение высоты сопряжено с риском формирования более позднего урожая, что не приемлемо для условий Среднего Приамурья с ограниченными тепловыми ресурсами.

По результатам корреляционного анализа между признаками «масса семян с растения» и «число бобов на растении» установлена тесная положительная связь ($r = 0,847 \pm 0,19$). Наиболее продуктивными являются сорта с большим количеством бобов (рисунок 34). Анализ зависимости продуктивности от числа бобов на растении показывает, что максимальную массу семян с растения обеспечивают генотипы с 16-18 бобами у зерновой фасоли и 18-22 бобами – у овощной. Это модельные параметры.

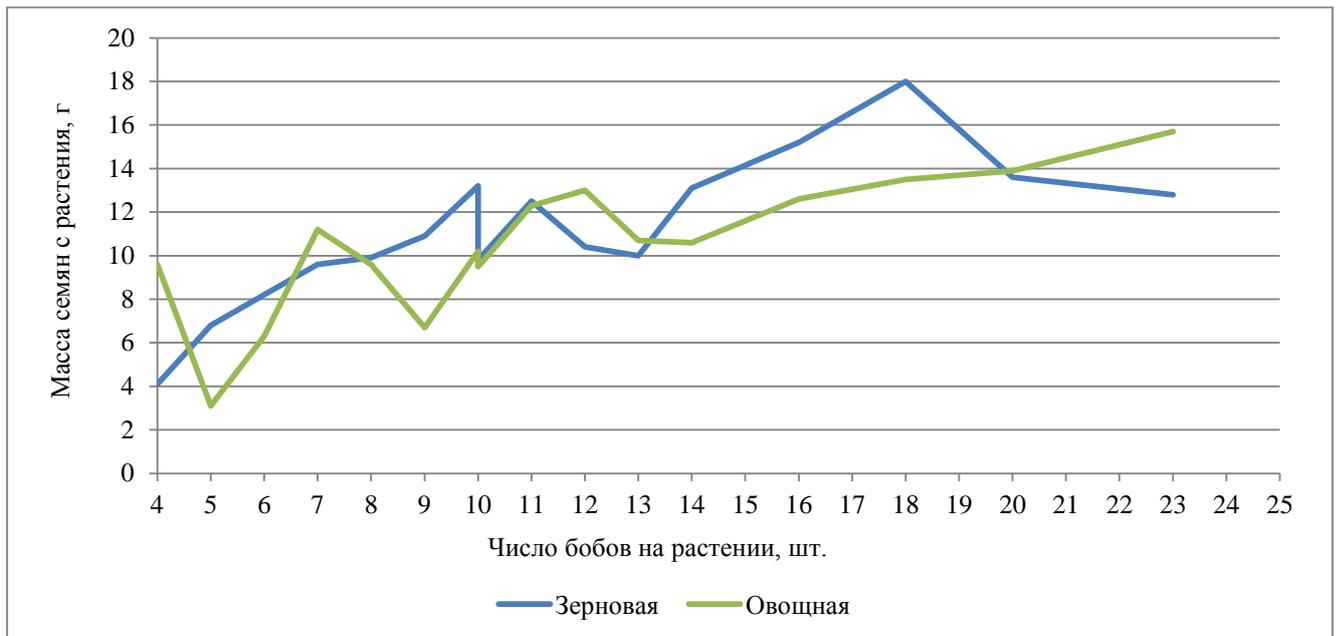


Рисунок 34 – Взаимосвязь между семенной продуктивностью и числом бобов на растении фасоли

Число семян в бобе также является важным элементом структуры урожая. Изучение коллекционного материала показало, что максимальная семенная продуктивность у зерновых сортов формируется при количестве семян в бобе 4,5-5,5 шт., затем наблюдается спад (рисунок 35).

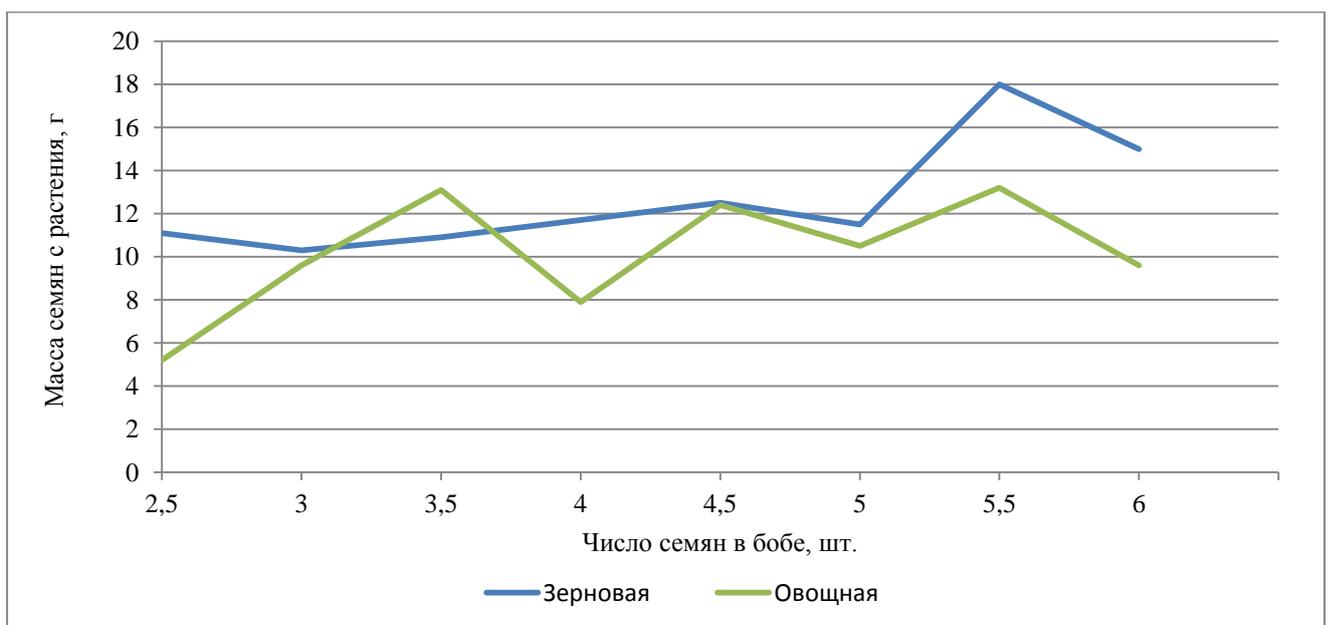


Рисунок 35 – Взаимосвязь между семенной продуктивностью и числом семян в бобе на растении фасоли

Для овощных сортов характерно наличие продуктивных сортов с различным числом семян в бобе. Немаловажное значение имеет и крупность семян. Анализ зависимости семенной продуктивности от массы 1000 семян показывает, что максимальную массу семян с растения у зерновых сортов обеспечивают мелкосемянные сорта с массой 1000 семян 200 - 230 г., у овощных сортов – 250 - 300 г (рисунок 36). Это модельные параметры.

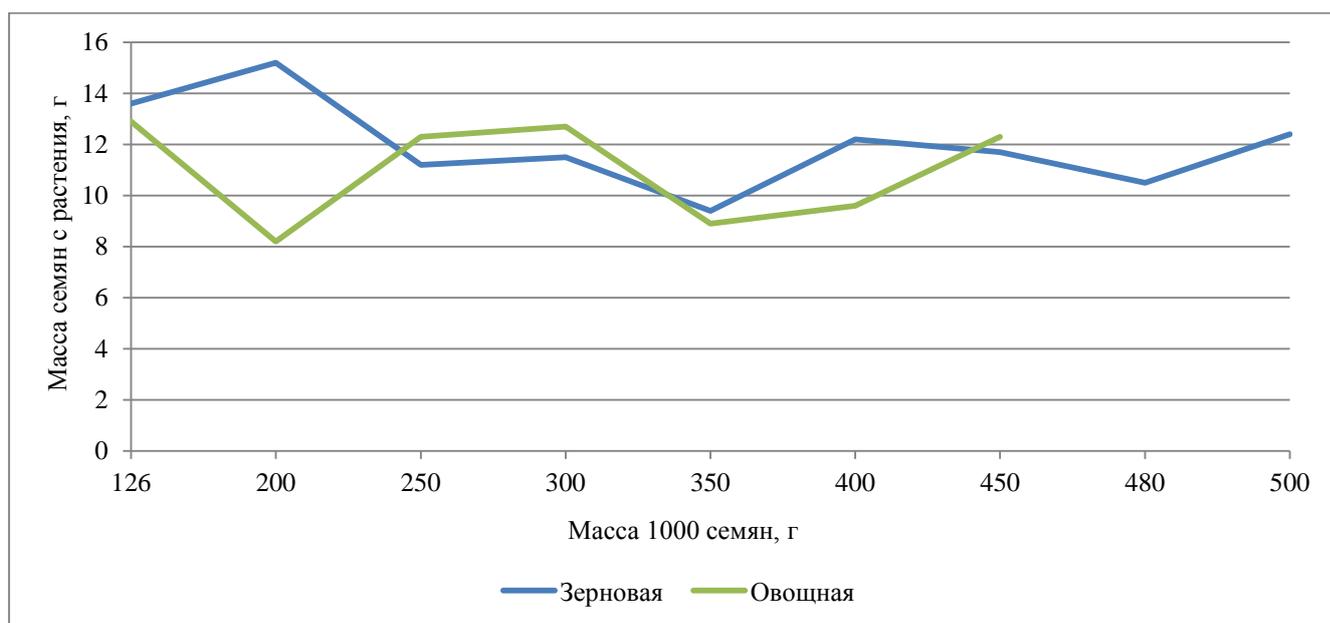


Рисунок 36 – Взаимосвязь между семенной продуктивностью и массой 1000 семян у сортов фасоли

Таким образом, нами разработана модель нового сорта фасоли обыкновенной разного направления использования для Дальневосточного региона, основные параметры которой представлены в таблице 41.

Таблица 41 – Параметры районированного сорта фасоли и модельных сортов разного направления использования

Показатель	Районированный сорт Хабаровская	Модель сорта	
		зерновая	овощная
Направление использования	зерновая	зерновая	овощная
Тип роста	кустовая детерминантная	кустовая детерминантная	кустовая детерминантная
Урожайность семян, ц/га	18	20-25	18-20
Вегетационный период, дни	80-85	80-85	90-100
Высота растения, см	35-45	40-45	40-45
Высота прикрепления нижнего боба, см	18	не менее 16	не менее 16
Число бобов на растении, шт.	8-9	10-16	14-18
Число семян в бобе, шт.	3-4	4-5	4-5
Масса 1000 семян, г	350-500	200-300	230-250

ГЛАВА 5 СОЗДАНИЕ НОВОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ГОРОХА И ФАСОЛИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Получение и формирование исходного материала является первым этапом селекционного процесса. Основными методами селекции являются гибридизация и отбор. Успех в селекционной работе определяется правильным подбором родительских пар для скрещивания. При подборе образцов для скрещиваний нами учитывались такие признаки, как скороспелость, устойчивость к неблагоприятным факторам условий среды, приспособленность к механизированному возделыванию и высокая урожайность. Ценность исходных родительских форм заключалась в их адаптивности и сбалансированности элементов продуктивности. В скрещивания привлекались образцы с изученными признаками для их комбинирования в новых генотипах.

5.1. Подбор исходного материала для селекции гороха

В результате изучения обширного коллекционного материала установлены сортообразцы, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков и хорошей адаптацией к почвенно-климатическим факторам Дальневосточного региона. Питомник гибридизации закладывался в контролируемых условиях (теплица), родительские формы высевались в сосуды в два срока. Гибридизация проводилась в утренние часы методом ручной кастрации и последующего опыления с использованием налобной лупы. Работа по искусственному скрещиванию включала три операции: подготовка соцветия к скрещиванию, кастрация и опыление. На первом этапе в соцветии удалялись лишние отцветшие или недоразвитые цветки, оставляя при этом в кисти 1-2 цветка, пригодных для кастрации. Цветки гороха кастрировались в фазе бутона, в котором лепестки еще не приняли характерную окраску. Опыляли подготовленные цветки сразу же после кастрации. В дальнейшем уход за растениями заключался в удалении новых цветков и вновь завязавшихся бобов.

По мере изучения исходного материала и подбора родительских пар был получен ряд гибридных популяций (таблица 42).

Таблица 42 – Результаты скрещивания в питомнике гибридизации

Год	Число созданных комбинаций	Число гибридных бобов	Число гибридных семян
2018	15	36	82
2019	45	130	526
2020	71	290	1178

5.2 Отбор перспективного селекционного материала гороха

Полученные гибридные семена высевались для дальнейшего размножения и изучения. Гибридные питомники F_1 (2019-2020 гг.) высевались в открытой теплице на грядах шириной 50 см в 2 ряда, расстояние между семенами в рядке – 5 см, между рядками – 20 см.

В 2020 году гибридный питомник F_2 высевался в поле на деланки длиной 1 м, расстояние между рядками 40 см, количество высеянных семян в рядке 20 шт. В питомнике проводился отбор элитных растений с заданными параметрами. Особое внимание уделялось соответствию созданных генотипов разработанной модели нового сорта. Отбору подлежали растения с усатым типом листа, толстым стеблем с короткими междоузлиями, с признаком неосыпаемости семян. Элитные растения убирались вручную по мере созревания. В лабораторных условиях проводился повторный отбор и браковка семей, не соответствующих заданным параметрам.

В результате проведенной работы в гибридных питомниках отобраны перспективные линии для дальнейшего испытания (таблица 43). Все выделенные линии будут испытываться в дальнейших звеньях селекционного процесса.

Таблица 43 – Перспективный селекционный материал

№ п/п	Комбинация		Число линий	Характерные особенности		
	♀	♂		тип листа	окраска семян	признак неосыпаемости
1	Аксайский усатый 55	Л-102-07	1	у	зеленая	-
			8	у	ж	+
			2	у	ж	-
			4	у	ж-з	+
			10	у	з	+
2	ОМК-1	Овощной 15	1	л	ж	-
3	Корелический кормовой	Указ	3	у	ж-з	-
			7	у	ж	-
			3	у	з-к	-
4	Резон	Указ	2	у	з-к	-
			1	у	к	-
5	Tigra	Указ	11	у	з-к	-
			3	у	ж	-
6	L-2920/467	Gastro	4	у	з-к	-
			1	у	ж-з	-
7	Спартак	Указ	3	у	ж	-
8	Указ	Pica	4	у	ж-з	-
9	L-2920/467	Diacol Boyasa	4	у	ж	-
			1	у	к	-
			6	у	з-к	-
			1	у	з	-
10	Gastro	Орпела	5	л	к	+
			1	у	з	-
			1	у	э-к	-
11	Аксайский усатый 55	Л-104-13	2	у	ж	+
			1	у	ж	-
12	Л-104-13	Аксайский усатый 55	6	у	ж	+
			8	у	ж	-
13	Червенский	Николка	1	у	к	-
			1	у	з-к	-
			4	л	з-к	-
			1	л	к	+
			2	л	к	-
			3	л	ж	+
14	Baroness	Богатырь	5	у	ж	-
15	Степняк	Jezego	6	у	ж	-
16	Степняк	Аксайский усатый 55	8	у	ж	+
Итого			135			

Примечание: ♀ – материнское растение; ♂ – отцовское растение; у – усатый; л – листочковый; ж – желтый; з – зеленый; к – коричневый; ж-з – желто-зеленый; з-к – зелено-коричневый.

5.3. Подбор исходного материала для селекции фасоли обыкновенной

В результате изучения обширного коллекционного материала установлены сортообразцы, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков и хорошей адаптацией к почвенно-климатическим факторам Дальневосточного региона. В 2019 и 2020 годах питомник гибридизации закладывался в контролируемых условиях (теплица), родительские формы высевались в сосуды в два срока. Гибридизация проводилась в утренние часы методом ручной кастрации и последующего опыления с использованием налобной лупы. Работа по искусственному скрещиванию включала три операции: подготовка соцветия к скрещиванию, кастрация и опыление. На первом этапе в соцветии удалялись лишние отцветшие или недоразвитые цветки, оставляя при этом в кисти 1-2 цветка, пригодных для кастрации. Цветки фасоли кастрировались в фазе бутона, в котором лепестки еще не приняли характерную окраску. Опыляли подготовленные цветки сразу же после кастрации. В дальнейшем уход за растениями заключался в удалении новых цветков и вновь завязавшихся бобов.

В скрещивание были вовлечены сорта, обладающие ценными признаками. Из-за биологических особенностей строения цветка фасоли, проведение ее гибридизации связано с техническими сложностями. Климатические условия во время работы, особенно высокий температурный режим, также отрицательно влияют на результативность. Скрещивания проводили в 2019 и 2020 годах, опыляя при этом до 30 цветков ежегодно, однако завязываемость гибридных семян была очень низкой, результативными оказались в 2019 году 6 комбинаций и в 2020 – 3. Всего за два года получено 28 гибридных семян. В качестве родительских форм использовали сорта Рубин, Зуша, МТ-1, АС Elk. В результате проведенных отборов в гибридном питомнике F₂ отобраны 4 линии: АС Elk x Рубин (1 линия) и Рубин x Зуша (3 линии) для испытаний в селекционном питомнике 1-го года.

Таким образом, за пять лет научно-исследовательской работы развернут селекционный процесс по созданию перспективных сортов гороха и фасоли с высокой продуктивностью и адаптивностью к условиям региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Расширение ассортимента зернобобовых культур в структуре посевных площадей Среднего Приамурья значительно влияет на обеспечение населения ценными высокобелковыми продуктами, поэтому в течение шести лет проведено изучение коллекционных образцов гороха и фасоли различного направления использования и развернута работа по селекции этих культур.

2. В результате экологического испытания гороха и фасоли установлено, что гидротермические условия Среднего Приамурья в целом соответствуют биологическим особенностям гороха и фасоли. Суммы активных температур, накопленных за вегетационный период гороха (1193,6 ° - 1483,8 °С) и фасоли (1378,7 - 1914,7 °С) способствуют формированию высокого урожая культур. Распределение тепла в отдельные периоды роста и развития соответствуют оптимальным показателям условий вегетации гороха и фасоли.

3. Основными элементами продуктивности у гороха являются число продуктивных узлов, число бобов на продуктивный узел, число семян в бобе и масса 1000 семян. Выявлена тесная связь между массой семян с растения и числом бобов на растении ($r = 0,76$) и на внутрисортном уровне между массой семян и числом семян в бобе ($r =$ от 0,52 до 0,78).

4. Основными элементами продуктивности у фасоли являются число бобов и семян на растении, число семян в бобе и масса 1000 семян. Выявлена средняя положительная связь между массой семян с растения и массой 1000 семян ($r = 0,51$).

5. Установлено влияние гидротермических факторов на продолжительность вегетационного периода, урожайность и качество семян гороха и фасоли.

6. В результате изучения коллекционных образцов гороха и фасоли выделены перспективные источники по раннеспелости, высоте растений, устойчивости к полеганию, по количеству бобов, количеству семян в бобе, по массе 1000 семян, продуктивности, содержанию белка в зерне.

7. Разработаны модели перспективных сортов гороха и фасоли различного направления использования, которые должны стабильно реализовать свой генетический потенциал в стрессовых условиях Дальневосточного региона: у гороха за счет сокращения периода вегетации до 68-70 суток, снижения высоты растения до 55-75 см, увеличения числа продуктивных узлов на растении до 5-6 шт. и количество бобов на растении до 7-9 шт., а у фасоли – за счет увеличения количества бобов до 10-16 шт. у зерновой и 14-18 шт. у овощной, а также, увеличения количества семян в бобе до 5,0 шт.

8. Проведена гибридизация (131 комбинация скрещиваний гороха и 9 комбинаций фасоли) и получен новый разнообразный исходный материал для селекции гороха (135 линий) и фасоли (4 линии) в условиях Среднего Приамурья.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

1. В селекционных программах по гороху рекомендуется использовать ценные источники:

- раннеспелости (до 70 дней): Aspair (af) (США), LWK (Германия), Askan (Германия), Nadmerslebener Diadem (Германия), Pica (Франция);

- по количеству бобов (более 7 шт.) Pica, Fabina, Circo, Triofin (Франция).

- по количеству семян в бобе (более 5 шт.) Беркут (Россия), Livioletta (Беларусь), Aspair (af) (США), Николка (Россия);

- по массе семян с растения (более 9,3 г): Неосыпающийся 3 (Украина), Kala mukhi matar (Индия), ОМК-1(Россия), Proteo (Италия), Аксайский усатый 55 (Россия), Livioletta (Беларусь), Флагман (Россия);

- по содержанию белка (более 25 %) ОМК-1(Россия), Kala mukhi matar (Индия), Ji-6 (Великобритания), Klarus (Чехословакия), Triofin (Франция), Circo (Франция), Новатор (Россия), Николка (Россия), Mastin (Беларусь), Комбайновый 1 (Украина), Diacol Voyasa (Болгария), Батрак (Россия), Livioletta (Беларусь), Тага (Канада);

- по комплексу признаков технологичности (короткостебельность, усатый тип листа и неосыпающиеся семена) Север (Россия), Батрак (Россия), Демос (Россия), INRA 6221(Беларусь).

2. В качестве морфологического маркера высокой урожайности зерна гороха можно использовать показатель «число бобов с растения».

3. В селекционных программах по фасоли рекомендуется использовать ценные источники:

- раннеспелости (до 90 дней) K-15550 (Таджикистан), Зуша, Рубин (Россия), AC Elk (Канада), Starnel (Франция);

- по количеству бобов (более 15 шт.) Kentwood (Канада), Katja (Швеция), Belmidak-RR-1 (США), Nordia (Швеция), Major, Starnel (Франция), Sonesta (Польша);

- по количеству семян в бобе (более 4 шт.) Terra velha, Radiante (Бразилия), Belmidak-RR-1 (США), К-60 (Монголия), Дачная (Россия), Empress (Венгрия), Starnel (Франция);

- по продуктивности (более 15 г семян с растения) Katja (Швеция), Terra velha (Бразилия), Tui (Румыния), Major (Франция), Nordia (Швеция), Sonesta (Польша);

- по пригодности к механизированной уборке Alberta Pink (Канада), К-15703 (Таджикистан), Tui (Румыния), Major (Франция), Sonesta (Польша), К-15068 (Азербайджан);

- по комплексу признаков Katja, Nordia (Швеция), Terra velha (Бразилия), К-15703 (Таджикистан), Starnel, Major (Франция), Sonesta (Польша), сочетающие в своем генотипе несколько ценных селекционных признаков и отвечающие требованиям производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абхазова, А.А. Вопросы агротехники возделывания фасоли в Грузии /А.А. Абхазова//Селекция, семеноводство и приемы возделывания фасоли: сб. статей. – Орел, 1975. – С.180-183.
2. Агротехнологические особенности возделывания зернобобовых культур. Коллективная монография / Под научной редакцией Романова И.Н. – М.: Изд-во «Научный консультант», 2018. – 116 с.
3. Адамова, О.П. Зависимость некоторых биологических и хозяйственных признаков гороха от условий выращивания / О.П. Адамова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л.: 1976. – Т. 57. – Вып. 3. – С. 46-58.
4. Айтемиров, А.А. Зернобобовые культуры – залог биологической интенсификации земледелия / А.А. Айтемиров, Т.Т. Бабаев, М.М. Алилов, М.М. Абдулгалимов// Горное сельское хозяйство. – 2017. – № 1. – С. 64-67.
5. Амелин, А.В. О возможности повышения устойчивости гороха к полеганию / А.В. Амелин, А.С. Образцов, А.П. Лаханов, В.Н. Уваров //Селекция и семеноводство. – 1991. – № 2. – С. 21-23.
6. Амелин, А.В. Биологический потенциал гороха и его реализация на разных этапах развития культуры / А.В. Амелин //Селекция и семеноводство. – 1999. – № 2. – С. 15-21.
7. Амелин, А.В. Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха: дис. ... д-ра с.-х. наук: 03.00.12 / Амелин Александр Васильевич. – М., 2001. – 371 с.
8. Амелин, А.В. Роль архитектоники растений в формировании сортами гороха высокопродуктивных и технологических посевов / А.В. Амелин //Аграрная Россия. – 2002. – № 1. – С. 77-81.
9. Анчербанк, С.П. Влияние температуры и влажности воздуха на цветение и плодообразование фасоли / С.П. Анчербанк // Сборник трудов молодых научных сотрудников. – Л.: 1968. – Выпуск 9. – С. 243-248.

10. Асеева, Т.А. Влияние различных видов сельскохозяйственных культур и севооборотов на количественные показатели гумуса / Т.А. Асеева // Энерго-сберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Дальнего Востока: материалы научной сессии. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 64-68.
11. Асеева, Т.А. Оценка агроклиматических ресурсов Среднего Приамурья и их влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур /Т.А. Асеева // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2008. – № 3. – С.109-113.
12. Асеева, Т.А. Народное погодоведение и календарь овощевода-дальневосточника / Т.А. Асеева, Е.П. Киселев. – Хабаровск: ТОГУ, 2013. – 150 с.
13. Бадина, Г.В. Возделывание бобовых культур и погода / Г.В. Бадина. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 244 с.
14. Баранский, Д.И. Экологическая пластичность и ее роль в процессе «перерождения» сортосмеси: Відчит селекц. відділу Од. кр. с. – г. досв. ст. Вып. II. – 1926. – С. 81-91.
15. Батурина, Н.А. Потребительские свойства и пищевая ценность пшеничного хлеба с добавками муки бобовых /Н.А. Батурина, Р.С. Музалевская, Л.А. Пашкевич // Вестник ОрелГИЭТ. – 2013. – №1 (23). – С. 153-159.
16. Бенкен, И.И. Биохимические показатели питательной ценности фасоли из коллекции ВИРа / И.И. Бенкен // Научно-технический бюллетень ВНИИЗБК. – 1996. – Вып. 42. – С. 61-65.
17. Бердышев, А.П. Селекция гороха на повышение содержания белка в зерне /А. П. Бердышев //Сельскохозяйственная биология. – М.,1966. –Т.1. – № 3. – С. 370-377.
18. Бобков, С.В Перспектива использования гороха для производства изолятов запасных белков /С.В. Бобков, О.В. Уварова //Земледелие. – 2012. – № 8. –С. 47-48.
19. Болотских, А.С. Оптимальные способы посева, схемы размещения и густота растений фасоли овощной / А.С. Болотских, Т.М. Велиева, Е.О. Томах //

Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству. – М.: Россельхозакадемия, ВНИИО, 2006. – Т.2. – С.111-115.

20. Борисова, Е.Е. Роль клевера лугового в экологизации и биологизации земледелия/ Е.Е. Борисова // Международный научный журнал «Символ науки» – 2016. – № 4 (16). – С. 56-61.

21. Бороевич, С. Принципы и методы селекции растений /С. Бороевич; пер. с сербохорв. В.В. Иноземцева; под ред. и с предисл. А.К. Федорова. – М.: Колос, 1984. – 344 с.

22. Буданова, В.И. Фасоль./В.И. Буданова // Генофонд и селекция зерновых бобовых культур. Теоретические основы селекции. – СПб, 1995. – С. 323-423

23. Буравцева, Т. В. 100 лет коллекции фасоли ВИР/ Т. В. Буравцева, Г. П. Егорова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Санкт-Петербург. – 2012. – Т. 169. – С.112-119.

24. Буравцева, Т. В. Исходный материал для селекции фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) на северо-западе Российской Федерации/ Т. В. Буравцева, Г. П. Егорова, В. А. Кошкин // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб. – 2014. – Т. 175, вып. 3. – С.42–48.

25. Буравцева, Т.В. Скрининг образцов фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) из коллекции ВИР для селекции сортов с высоким содержанием белка в семенах / Т.В. Буравцева, М.О. Бурляева, Г.П. Егорова, А.Е. Соловьева // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 7. – С. 47-51.

26. Вавилов, Н. И. Генетика и селекция / Н. И. Вавилов // Избранные сочинения: – М.: Колос. – 1966. – Т. V. – С. 451-465.

27. Васин, В.Г. Зернобобовые культуры в чистых и смешанных посевах на зерносеяж и зернофураж для создания полноценной кормовой базы в Самарской области / В.Г. Васин, А.В. Васин // Зернобобовые и крупяные культуры». – 2012. – № 2. – С. 87-98.

28. Васин, В.Г. Создание кормовой базы для молочных комплексов / В.Г. Васин, А.А. Васина, А.В. Васин – Кинель, 2015. – 118 с.

29. Васякин, Н.И. Селекция зернобобовых культур в Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Николай Иванович Васякин. – Новосибирск, 2003. – 74 с.
30. Вербицкий, Н.М. Изменчивость содержания белка у гороха / Н.М. Вербицкий // Сб. тр. аспирантов и молодых науч. сотр. ВНИИР. – Л., 1970. – Т.11, вып.15. – С. 237-241.
31. Вербицкий, Н.М. Селекция гороха на продуктивность / Н.М. Вербицкий // Научно-технический бюллетень ВАСХНИИЛ Сиб. Отделение. – Новосибирск, 1981. – вып. 6-7. – С. 96-99.
32. Вербицкий, Н.М. Селекция гороха в условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения Северного Кавказа: автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Вербицкий Николай Михайлович. – Л., 1990. – 39 с.
33. Вербицкий, Н.М. Значимость признака «усатый тип листа» / Н.М. Вербицкий, В.Т Митропольский // Зерновые культуры. – 1994. – № 1. С. 13-14.
34. Вербицкий, Н.М. Селекция сортов гороха на основе новых морфотипов / Н.М. Вербицкий // Аграрная Россия. – 2002. – № 1. – С. 48-50.
35. Вербицкий, Н.М. О некоторых аспектах селекции гороха / Н.М. Вербицкий // Сб. научных трудов: Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. – Орел. – 2004. – С. 403-407.
36. Вишнякова, М.А. Роль генофонда зернобобовых культур в решении актуальных задач селекции, растениеводства и повышения качества жизни / М.А. Вишнякова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб: ВИР, 2007. – Т.164. – С. 101-118.
37. Вишнякова, М. А. Генофонд зернобобовых культур и адаптивная селекция как факторы биологизации и экологизации растениеводства (обзор) / М.А. Вишнякова // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – № 3 (18). – С. 3-23.
38. Вишнякова, М.А. Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР/ М.А. Вишнякова, С.В. Булынецов, М.О. Бурляева, Т.В. Буравцева, Г.П. Егорова, Е.В. Семенова, И.В. Сеферова // Овощи России. – 2013. – № 1(18). – С.16-25.

39. Вишнякова, М.А. Фотопериодическая и температурная чувствительность фасоли (*Phaseolus vulgaris L.*) в условиях Северо-Запада РФ /М.А. Вишнякова, В.А. Кошкин, Г.П. Егорова, Л.Ю. Новикова, И.И. Матвиенко //Труды Карельского научного центра РАН. – Петрозаводск, 2014. – № 5. – С. 123-132.
40. Вишнякова, М.А. Почему ООН объявила 2016й Международным годом бобовых? / М.А. Вишнякова, С.В. Шувалов //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2016. – Т.177(3). – С. 103-108.
41. Вишнякова, М.А Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции (обзор) / М.А. Вишнякова, Т.Г. Александрова, Т.В. Буравцева, М.О. Бурляева, Г.П. Егорова, Е.В. Семенова, И.В. Сеферова, Г.Н. Суворова //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2019. – Т. 180(2). – С.109-123.
42. Водянова, О.С. К вопросу плодоношения у гороха /О.С. Водянова //Биология и география. Вып. 4. – Алма-Ата, 1968. — С. 73.
43. Волгин, В.И Полноценное кормление молочного скота – основа реализации генетического потенциала / В.И. Волгин, Л.В. Романенко, П.Н. Прохоренко, З.Л. Федорова, Е.А. Корочкина – М.: РАН, 2018. – 260 с.
44. Волобуева, О.Г. Влияние корневина на бобово-ризобиальный симбиоз растений фасоли / О.Г. Волобуева // Ученые записки Орловского государственного ун-та, 2011. – № 3(41). – С. 124-129.
45. Волобуева, О.Г. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на эффективность бобово-ризобиального симбиоза фасоли /О.Г. Волобуева, М.П. Мирошникова, Т.С. Наумкина // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 3(19). – С. 56-62.
46. Галиуллин, А.А. Фитомелиоративная роль клевера паннонского на выщелоченном черноземе/ А.А. Галиуллин, //Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сборник статей XII межд. научн.-практ. конф.; под общ. ред. А.В. Носова. – Пенза, 2017. – С.11-15.
47. Генералов, Т.Ф. Сорта и агротехника гороха. – М.: Колос, 1964. – 360с.

48. Говоров, Л.И. Горох Афганистана. К проблеме происхождения культурного гороха / Л.И. Говоров // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., 1930. – Т. 24, вып. 2. – С. 400-431.
49. Говоров, Л.И. Горох / Л.И. Говоров // Культурная флора СССР; под ред. Е. В. Вульфа. – М., Л.: Сельхозгиз, 1937. – Т. 4. – С. 229-236.
50. Голбан, Н.М. Фасоль / Н.М. Голбан // Зернобобовые культуры. – Кишинев, 1982. – С. 52-82.
51. Голопятов, М.Т. Влияние плодородия почвы и условий минерального питания на урожай сортов и форм гороха / М.Т. Голопятов, В.И. Летуновский, В.А. Емельянова // Технология возделывания зернобобовых культур: сборник научных трудов ВНИИЗБК. – Орел, 1981. – С. 105-112.
52. Гончаров, Н.П. Методические основы селекции растений/ Н.П. Гончаров, П.Л. Гончаров. – Новосибирск: Гео, 2009. – 427 с.
53. Гордиенко, В.А. Возделывание зернобобовых культур / В.А. Гордиенко. – М., Колос, 1962. – С.20-24.
54. Гребенникова, И.Г. Построение модели сорта яровой тритикале на основе современных информационных технологий / И.Г. Гребенникова, А.Ф. Алейников, П.И. Степочкин // Вычислительные технологии. – 2016. – Т.21. – спец. вып. 1. – С. 53-64.
55. Гречко, В.В. Проблемы возделывания гороха в условиях Краснодарского края и пути их решения. / В.В. Гречко, Л.В. Валько, Л.И. Валиуллина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2000. – № 3.– С. 39-64.
56. Гурин, А.Г. Влияние бобовых предшественников на засоренность посевов озимой пшеницы / А.Г. Гурин, И.М. Чадаев // Земледелие. – 2018. – № 4. – С. 22-24.
57. Гурин, А.Г. Чадаев И.М. Роль бобовых предшественников в повышении биологической активности серой лесной почвы / А.Г. Гурин, И.М. Чадаев // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – №1(29). – С. 21-25.

58. Гурьянов, А.М Основы рационального использования фуражного зерна в животноводстве / А.М. Гурьянов, А.А. Артемьев // Достижения науки и техники АПК. – 2008.– № 6. – С. 52-55.
59. Давлетов, Ф.А. Селекция неосыпающихся сортов гороха / Ф.А. Давлетов. – Уфа, 1997. – 92 с.
60. Давлетов, Ф.А. Селекция неосыпающихся сортов гороха в условиях Южного Урала. / Ф.А. Давлетов. – Уфа: Изд-во Гилем, 2008. – 236 с.
61. Давлетов, Ф.А. Изучение генетического разнообразия коллекционного материала гороха посевного (*Pisum sativum* L.) в условиях республики Башкортостан / Ф.А. Давлетов, К.П. Гайнуллина, А.Р. Ашиев, Л.Ю. Новикова. // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 4. – С. 44-52.
62. Данилец, Е.А Влияние звеньев полевого севооборота на биологические факторы плодородия почвы / Е.А. Данилец, О.И. Власова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2019. № 3(55). – С. 184-191.
63. Дебелый, Г.А. Зернобобовые культуры в мире и Российской Федерации / Г.А. Дебелый // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2. – С. 31-35.
64. Дебелый, Г.А. Зернобобовые и пшеница в решении проблемы белка для продовольствия и кормов в РФ / Зернобобовые культуры в мире и Российской Федерации / Г.А. Дебелый, А.С. Мерзликин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2(18). – С. 74-80.
65. Дебелый, Г.А. Смешанные посевы гороха со злаковыми – источник ценного растительного белка / Г.А. Дебелый, А.В. Меднов, А.В. Гончаров, А.А. Вольпе, К.А. Матвеев // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 1 (21). – С. 33-36.
66. Деговцов, В.Е. Обоснование выбора сорта фасоли овощной для разработки конвейера сырья на переработку в условиях юго-запада центрально-черноземной зоны : автореф. дис. ... канд. с.-х наук : 06.01.09, 06.01.05 / Деговцов Вячеслав Евгеньевич. – М., 2013. – 16 с.

67. Декапрелевич, Л.Л. Фасоль /Л.Л. Декапрелевич. – М.: Колос, 1965. – 95 с.
68. Донская, М.В. Симбиотическая азотофиксация нута в условиях Орловской области / М.В. Донская, Т.С. Наумкина // Биотехнология: состояние и перспективы развития; материалы IX международного конгресса (Москва, 20-22 февраля 2017 г.). – М, 2017. – С. 105-107.
69. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
70. Дрозд, А.М. Некоторые вопросы селекции овощного гороха / А.М. Дрозд // Генетика – сельскому хозяйству. – М., 1963. – С. 151-157.
71. Дрозд, А.М. Результаты работ по выведению зимостойких сортов гороха / А.М. Дрозд // Селекция и семеноводство зернобобовых культур. – Москва, 1965. – С. 83-87.
72. Дрозд, А.М. Межсортовое переопыление гороха / А.М. Дрозд // Труды Крымской опытно-селекционной станции ВИР. – Краснодар, 1966. – Т. 3. – С. 3-30.
73. Дрозд, А.М. Физиологическая характеристика и отношение растений гороха к условиям внешней среды / А.М. Дрозд// «Бюллетень ВНИИР». – 1971, вып. 17. – С. 61-66.
74. Егорова, Г.П. Источники высокого содержания белка семян фасоли обыкновенной (*Phaseolus Vulgaris*) из мировой коллекции ВИР /Г.П. Егорова, И.Н. Перчук, А.Е. Соловьева, Т.В. Буравцева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т.180(2). – С. 44-50.
75. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика) / А.А. Жученко. – М., 2004. – 687 с.
76. Задорин, А.Д., Итоги и перспективы селекции гороха в России / А.Д. Задорин, В.А. Яковлев // Селекция и семеноводство. –1994. – № 1. – С. 2-5.

77. Зайцев, В.Н. Селекционная ценность образцов фасоли различного происхождения в условиях юга нечерноземной зоны РСФСР: дис. ... канд. с.-х. наук:06.01.05/Зайцев Валентин Николаевич. – Л., 1988. – 147 с.

78. Зеленов, А.Н. Физиологические основы селекции зернобобовых культур на засухоустойчивость / А.Н. Зеленов, Л.Н. Долгополова, В.И. Измайлов // Устойчивость зернобобовых и крупяных культур к неблагоприятным факторам среды и пути её повышения. – Орёл, 1982. – С. 4-6.

79. Зеленов, А.Н. Потенциал гетерофильной формы гороха и пути её реализации / А.Н. Зеленов // Аграрная Россия. – 2011. – № 3. – С. 13-16.

80. Зеленов, А.Н. Стратегия и тактика современной селекции гороха / А.Н. Зеленов //Селекция, семеноводство и генетика. – 2015. – № 1. – С. 32-35

81. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии / В.П. Орлов, А.П. Исаев, С.И. Лосев С.И. и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 206 с.

82. Зернобобовые России //Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО). – Москва, 2017.– 69 с.

83. Зиганшин, А.А. Регулирование питательного и водного режимов почвы при получении расчетных урожаев зернобобовых культур / А.А. Зиганшин, Э.М. Шалыгина // Научно - технический бюллетень ВНИИЗБК. – 1985. – № 33. – С. 100-103.

84. Зотиков, В.И. Повышение продуктивности и устойчивости агроэкосистем /В.И. Зотиков, А.Д. Задорин. – Орел: Изд-во «Картуш», 2007. – 197 с.

85. Зотиков, В.И. Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства / В.И. Зотиков, Т.С. Наумкина, Н.В. Грядунова, В.С. Сидоренко, В.В. Наумкин /Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1(17). – С.6-13.

86. Зотиков, В.И. Зерновые бобовые культуры и соя: современные тенденции производства [Электронный ресурс] /В.И. Зотиков, В.С. Сидоренко //Светич, – режим доступа <http://svetich.info/publikacii/agronauka/zernovye-bobovye-kultury-isojasovremen.html> (Дата обращения 03.02.2017).

87. Зотиков, В.И. Зернобобовые и крупяные культуры – актуальное направление повышения качества продукции / В.И. Зотиков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. – № 3 (23). – С. 23-28.

88. Зотиков, В.И. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации / В.И. Зотиков, В.С. Сидоренко, Н.В. Грядунова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2(26). – С. 4-10.

89. Зотиков, В.И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур / В.И. Зотиков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 3. – С. 12-19.

90. Зотиков, В.И. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений / В.И. Зотиков, А.А. Полухин, Н.В. Грядунова, В.С. Сидоренко, Н.Г. Хмызова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4(36). – С. 5-17.

91. Зубов, А.Е. Создание сортов гороха зернового и укосного назначений в Куйбышевском НИИСХ / А.Е. Зубов // Селекция. Семеноводство и технология возделывания зернобобовых культур: сб. науч. тр. – Орел, ВНИИЗБК, 1985. – С. 25-30.

92. Иванов, Н.Р. Фасоль / Н.Р. Иванов. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 280 с.

93. Исайчев, В.А. Кормовая и технологическая ценность зерна пшеницы и семян гороха / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, Ф.А. Мударисов // Вестник УГСХА. – 2012. – № 2.(18). – С. 24-28.

94. Казыдуб, Н.Г. Оценка коллекции зерновой фасоли и создание исходного материала для селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Казыдуб Нина Григорьевна. – Омск, 2005. – 43 с.

95. Казыдуб, Н.Г. Влияние сроков посева на рост и развитие, урожайность и качество различных сортов овощной фасоли в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Н.Г. Казыдуб, В.М. Казыдуб, А.П. Клинг // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 2. – С. 24-26.

96. Казыдуб, Н.Г. Селекция и семеноводство фасоли в условиях южной лесостепи западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / Казыдуб Нина Григорьевна. – Тюмень, 2013. – С. 296.

97. Казыдуб, Н.Г. Селекция и семеноводство фасоли в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05 /Казыдуб Нина Григорьевна. – Тюмень, 2013. – 32 с.

98. Казыдуб, Н. Г. Селекционная оценка коллекционных образцов фасоли зерновой (*Phaseolus vulgaris* L.) и выделение источников хозяйственно-ценных признаков для селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Н.Г. Казыдуб, М.М. Коробейникова // Материалы Междунар. молод. науч.-практ. конф. – УФА, 2016. – Ч. 1. – С. 45-50.

99. Казыдуб, Н.Г. Сорта фасоли зерновой селекции Омского ГАУ для условий южной лесостепи Западной сибирей/ Н.Г Казыдуб, М.М., Коробейникова, Е.С Радченко//В сб.: Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России. Первый Международный Форум / под ред. Некрасовой Е.В. – Омск.– Полиграфический центр КАН. – 2016. – С. 63-66.

100. Казыдуб, Н.Г. Урожайность и химический состав зеленых бобов сортов фасоли овощной селекции Омского ГАУ в условиях южной лесостепи Западной Сибири/ Н.Г. Казыдуб, Т.В. Маракаева, О.А Коцюбинская // Овощи России. – 2017. – № 2(35). – С. 50-54.

101. Казыдуб, Н.Г. Ботаническая характеристика культуры фасоль (род *Phaseolus* L.) / Н.Г. Казыдуб, С.В. Коркина, И.Н. Митрофанов //Разнообразие и устойчивое развитие агробиоценозов Омского Прииртышья: материалы Национальной науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию ботанического сада Омского ГАУ. – Омск, 2017. – С.19-28.

102. Казыдуб, Н.Г. Зернобобовые культуры в Западной Сибири (фасоль и бобы овощные, нут): биология, генетика, селекция, использование : монография / Н.Г. Казыдуб, С.П. Кузьмина, М.А. Боровикова, Е.В. Безуглова, К.А. Быкова. – Омск : ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2020. – С. 11-104.

103. Кильчевский, А.В. Генотип и среда в селекции растений. /А.В Кильчевский., Л.В. Хотылева. – Минск: Наука и техника. – 1989. – 191 с.
104. Киселев, Е.П. Аномалии дальневосточного климата и необходимость совершенствования агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур /Е.П. Киселев // Дальневосточный аграрный вестник. – 2020. – № 4(56). – С.22-31.
105. Киселева, Т.Л. Лечебные свойства некоторых огородных растений семейства Бобовых / Т.Л. Киселева, Ю.А. Смирнова, Е.В. Цветаева, М.А. Дронова. – Москва: Традиционная медицина, НО «Профессиональная ассоциация натуротерапевтов», 2010. – № 1(20) – С.39-44.
106. Клинг, А.П. Оценка коллекционных образцов фасоли овощной (*Phaseolus vulgaris* L.) и создание исходного материала для ее селекции в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05/ Клинг Анна Петровна. – Омск, 2011. – 16 с.
107. Колмаков, Ю.В Пшенично-фасолевая выпечка / Ю.В.Колмаков, Л.А.Зелова, И.В. Пахотина / Первый международный форум «Зернобобовые культуры - развивающееся направление в России»: сборник трудов. – Омск, 2016. – С. 133-135.
108. Кондыков, И.В. Морфотипы гороха с нетрадиционной архитектурой репродуктивной зоны и перспективы их использования в селекции/ И.В. Кондыков, Н.Н Акульчева, В.Н Уваров // Аграрная Россия. – 2002. – № 1. – С. 37-42.
109. Копылова, М.А. Разработка технологии конвейерного производства зеленых бобов фасоли овощной в южной лесостепи Западной Сибири // автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Копылова Марина Андреевна. – Тюмень, 2015. – 19 с.
110. Коробова, Н.А. Зависимость урожайности сортов зернового гороха от условий вегетации/ Н.А. Коробова, А.А Лысенко, А.П. Коробов и др.// Экспериментальные и теоретические исследования в современной науке / Сб. ст. по материалам XIV междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга», 2018. – С.23-30.

111. Косолапов, В.М. Горох, люпин, вика, бобы: оценка и использование в кормлении сельскохозяйственных животных / В.М. Косолапов, А.И. Фицев, А.П. Гаганов, М.В. Мамаев. – М.: РАСХН, 2009. – С. 326 – 371.
112. Косолапов, В.М. Значение кормопроизводства в сельском хозяйстве / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. – № 2. – С. 59-64.
113. Крылова, В.В. Биология цветения и опыления фасоли / В.В. Крылова // Биология оплодотворения и гетерозис культурных растений; вып. 3. – Кишинёв, 1965. – С. 126-185.
114. Лагутина, Л.В. Селекционная ценность овощных сортов фасоли в Западной зоне Северного Кавказа: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05/ Лагутина Лидия Васильевна. – Л., 1985. – 18 с.
115. Лищенко, В.Ф. Мировые ресурсы пищевого белка / В.Ф. Лищенко // Пищевые ингредиенты и добавки. – 2003. – № 1. – С. 12-15.
116. Лошаков, В.Г. Зеленые удобрения в земледелии России / В.Г. Лошаков; под ред. Сычева В.Г. – М.: Изд-во ВНИИА, 2015. – 299 с.
117. Лошаков, В.Г. Фитосанитарная роль севооборота в адаптивном земледелии/ В.Г. Лошаков // Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС: мат. межд. науч.-практ. конф. (Москва, 09-12 августа 2016 г.). – Москва, 2016. – Т.2. – С. 203-222.
118. Лошаков, В.Г. Экологические и фитосанитарные функции зеленого удобрения / В.Г. Лошаков // Успехи современной науки. – 2017. – Т.1. – № 10. – С. 24-31.
119. Лысенко, А.А. Оценка коллекционных образцов гороха по элементам продуктивности / А.А. Лысенко, Н.А. Коробова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 7-1. – С.107-112.
120. Макашева, Р.Х. К истории зимующих форм гороха посевного (*Pisum sativum* L.) / Р.Х. Макашева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1971. – Т. 45. вып.3. – С. 16-26.
121. Макашева, Р.Х. Горох/ Р.Х. Макашева. – Л.: Колос, 1973. – 312 с.

122. Макашева, Р.Х. Основные морфологические и биологические особенности гороха / Р.Х. Макашева // Генетика и селекции гороха. – Новосибирск: Наука, 1975. – С. 3-36.
123. Макашева, Р.Х. Зерновые бобовые культуры. Горох/ Р.Х. Макашева // Культурная флора СССР.– Л.: Колос, 1979. – Т. IV. – Ч.1. – 325 с.
124. Маракаева, Т.В. Оценка сортов фасоли овощной по биохимическому составу зеленых бобов / Т.В. Маракаева //Вестник Бурятской Государственной сельхозакадемии им. В.Р. Филиппова. – 2017. – № 4 (49). – С.18-23.
125. Международный классификатор СЭВ культурных видов рода *Phaseolus* L. / сост. В. Буданова [и др.]. – Л.: ВИР, 1985. – 45 с.
126. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 240 с.
127. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур/ Вып. второй. – М., 1989. – С. 30-38.
128. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / сост. Н. И. Корсаков[и др.]. – Л.: ВИР, 1975. – 59 с.
129. Мирошникова, М.П. Основные аспекты моделирования сортов зерновой фасоли / М.П. Мирошникова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – № 4 (12). – С. 48 –52.
130. Мирошникова, М.П. Современный генофонд и направления селекции зерновой фасоли /М.П. Мирошникова// Земледелие. – 2015. – № 4. – С. 43-45.
131. Морозов, В.И. Дифференциация систем земледелия и их практическое освоение в лесостепи Поволжья / В.И. Морозов // Дифференциация систем земледелия и плодородие чернозема лесостепи Поволжья. Тематический сборник научных трудов. – Ульяновск: Ульян.ГСХА, 1996. – С. 12-31.
132. Морозов, В.И. Бобовые фитоценозы и оптимизация плодородия почвы / В.И. Морозов, А.Л. Тойгильдин // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 16-17.
133. Морозов, В.И. Средообразующие функции зернобобовых культур при биологизации севооборотов / В.И. Морозов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2010. – № 1(11). – С. 3-15.

134. Нафиков М.М. Значение предшественников и удобрений на формирование продуктивности ячменя в лесостепи Поволжья / М.М. Нафиков, А.А. Замайдинов // Совершенствование адаптивной системы земледелия: мат. науч.-практ. конф. КГАУ.– Казань, 2012. – С.82-85.

135. Неттевич, Э.Д. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна / Э.Д. Неттевич, А.И. Моргунов, М.И. Максименко// Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 1. – С.66-73.

136. Николайчук, Л.В. Сахароснижающие растения / Л.В. Николайчук .– Минск: Ураджай, 1989. – 191 с.

137. Новиков, В.М. Влияние гороха и гречихи на плодородие почвы и продуктивность звена севооборота при различной основной обработке почвы /В.М. Новиков.//Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2(2). – С. 72-76.

138. Обущенко, С.В. Агроэкологическое обоснование систем воспроизводства почвенного плодородия в полевых севооборотах Среднего Заволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Обущенко Сергей Владимирович. – Кинель, 2014. - 47 с.

139. Павловская, Н.Е. Белковый комплекс семян зернобобовых культур и перспективы повышения его качества./ Н.Е. Павловская // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. – Орел, 2004. – С. 56-66.

140. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина //Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 109-113.

141. Панина, В.Ф. Показатели оценки агрометеорологических условий формирования урожая зерна гороха /В.Ф. Панина // Метеорология и гидрология. – 1965. – № 2. – С.27-29.

142. Парахин, Н.В. Оптимизация структуры посевных площадей как фактор повышения устойчивости и эффективности растениеводства / Н.В. Парахин, А.В. Амелин, С.В. Потаракин, С.Н. Петрова // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2007. – № 3 (6). – С. 2-8.

143. Паркина, О.В. Хозяйственно-биологическая оценка сортов фасоли и разработка приемов выращивания в условиях Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Паркина Оксана Валерьевна. – Новосибирск, 2003. – 17 с.

144. Паркина, О.В. Особенности технологии возделывания фасоли овощной в условиях лесостепи Приобья/ О.В. Паркина // Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России. Первый Международный Форум; под ред. Е.В. Некрасовой. – Омск: Полиграфический центр КАН, 2016. – С. 96-100.

145. Паркина, О.В. Результаты интродукции фасоли овощной в лесостепи Приобья/ О.В. Паркина, В.К. Базарнова, // Разнообразие и устойчивое развитие агробиоценозов Омского Прииртышья: материалы Национальной науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию ботанического сада Омского ГАУ. – Омск, 2017. – С.7-9.

146. Передериева, В.М. Влияние предшественников и основной обработки почвы под озимую пшеницу на оптимизацию агрофитоценоза/ В.М. Передериева, О.И. Власова /Успехи современного естествознания. – 2006. – № 4. – С. 66.

147. Перспективная ресурсосберегающая технология производства гороха: Методические рекомендации. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 60 с.

148. Пивоваров, В.Ф. Основные направления и результаты селекции и семеноводства овощных бобовых культур во ВНИИССОК / В.Ф. Пивоваров, Е.П. Пронина // Овощи России. – 2013. – № 1(18). – С. 4-11.

149. Плетнева, М.М. Оценка образцов фасоли обыкновенной по хозяйственно-ценным признакам и качеству зерна для селекции в южной лесостепи Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Плетнева Маргарита Михайловна. – Омск, 2019. – 216 с.

150. Порсев, И.Н. Адаптивная фитосанитарная технология возделывания фасоли обыкновенной в условиях Зауралья /И. Н. Порсев, А.О. Абылканова, Е.Ю. Торопова, В.Л. Дерябин; под редакцией Е.Ю. Тороповой. – Курган: Изд-во Курганского ГСХА. – 2019. – 154 с.

151. Посевные площади, валовые сборы и урожайность гороха в России [Электронный ресурс] /Агровестник. – 2019. – Режим доступа: <https://agrovesti.net/lib/industries/beans/>. Дата обращения: 30.01.2019.

152. Постников, П.А. Продуктивность севооборотов при использовании приемов биологизации / П.А. Постников // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 6(136). – С. 20-23.

153. Постников, П.А. Оценка гороха как предшественника для яровой пшеницы /П.А. Постников //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 1(29). – С. 15-21.

154. Проворов, Н.А. Генетико-эволюционные основы учения о симбиозе./ Н.А. Проворов // Журнал общей биологии. – 2001. – № 61(6). – С. 472-495.

155. Проворов, Н.А. Эколого-генетические принципы селекции растений на повышение эффективности взаимодействия с микроорганизмами / Н.А. Проворов, И.А. Тихонович // Сельскохозяйственная биология. – 2003. – № 3. – С. 11-25.

156. Пылов, А.П. Зерновые бобовые культуры (горох, чечевица, фасоль) / А.П. Пылов. – М.: Знание, 1975. – 183с.

157. Россия в текущем сезоне увеличит производство гороха почти на 13% [Электронный ресурс]/ АПК-Информ. – Режим доступа <https://www.apk-inform.com/ru/harvest/1504498>. Дата обращения 01.02.2021.

158. Самченко, О.Н. Бобовые культуры: перспективы использования для оптимизации химического состава мясных полуфабрикатов / О.Н. Самченко // Наука и современность. Серия: Технические науки. – Новосибирск, 2014. – № 28. – С. 172–176.

159. Сапега, В.А. Урожайность и параметры адаптивной способности и стабильности гороха / В.А. Сапега // Доклады российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 5. – С. 14-17.

160. Седов, А.И. Прогрессивная технология возделывания фасоли / А.И. Седов, С.И. Лосев, Ф.С. Стаканов. – М.: Колос, 1972. – 130 с.

161. Семенова, Н.В. Агроэкологическая оценка гумусного состояния черноземов Среднего Поволжья: На примере Республики Татарстан и Ульяновской

области: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук: 06.01.01 / Семенова Наталья Валерьевна. – Ульяновск, 2004. – 16 с.

162. Симинел, В.Д. Методы изучения и оценки исходного материала фасоли / В.Д. Симинел, П.П. Пападия. – Кишинев: Штиица, 1988. – 129 с.

163. Смирнова-Иконникова, М.И. Химический состав зерновых бобовых культур / М.И. Смирнова-Иконникова // Зерновые бобовые культуры. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 51 с.

164. Стаканов, Ф.С. Фасоль /Ф.С. Стаканов. – Кишинев: Штиица, 1986. – 194с.

165. Степанов, В.Н. О минимальных температурах появления всходов полевых культур / В.Н. Степанов // Московская ордена Ленина сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева. Доклады. – М: МСХА, 1949. – вып. VIII. – С. 29-35.

166. Стратегия социально-экономического развития Хабаровского края на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/465353006/>. Дата обращения 01.12.2021

167. Тедорадзе, С.Г. К изучению биологии цветения и оплодотворения грузинских форм фасоли / С.Г. Тедорадзе // Труды НИИ земледелия ГССР. – 1970. – Т. XVII. – С. 232-242.

168. Тихончук, П.В. Фасоль: монография / П.В. Тихончук, А.А.Муратов, С.Л. Оборский. – Благовещенск: ДальГАУ, 2009. – 142 с.

169. Ткачук, А.П. Влияние многолетних бобовых трав на агроэкологическое состояние почвы / А.П. Ткачук // Сбалансированное природопользование. – 2017. – № 1. – С. 127-130.

170. Тойгильдин, А.Л. Научно-практическое обоснование биологизации земледелия и воспроизводства плодородия чернозема выщелоченного лесостепи поволжья: автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук: 06.01.01/ Тойгильдин Александр Леонидович. – Ульяновск, 2017. – 41 с.

171. Уваров, Г.И. Кормопроизводство: практикум / Г.И. Уваров, А.Г. Демидова. – Белгород: Изд-во Белгородской ГСХА им. В.Я. Горина, 2014. – 246 с.

172. Фадеева, А. Н. Создание исходного материала для селекции гороха в условиях северной части Среднего Поволжья : автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 06.01.05/ Фадеева Александра Николаевна – СПб., 2001. –16 с.

173. Фасоль – первое место в мировом производстве зернобобовых [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://ukragroconsult.com/ru/news>. Дата обращения 02.02.2021.

174. Федотов, В.С. Горох / В.С. Федотов. – М.: Сельхозиздат. – 1960. – 259 с.

175. Федотов, В.С. Горох, вика, бобы, фасоль в Нечерноземной полосе / В.С. Федотов. –2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Лениздат, 1976. – 80 с.

176. Хангильдин, В.Х. Методы и результаты селекции гороха / В.Х. Хангильдин, В.В. Хангильдин // Труды Башкирского НИИСХ. – Уфа, 1969. – Т. 3. – С. 40-61.

177. Хангильдин, В.Х. Селекция и некоторые вопросы агротехники возделывания гороха и кукурузы в Башкирской АССР: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.05/ Хангильдин Васик Хайдарович. – Саратов, 1972 – 74 с.

178. Хангильдин, В.В. Основные направления и генетические основы селекции / В.В. Хангильдин // Генетика и селекция гороха. – Новосибирск, 1975. – С. 224-267.

179. Хангильдин, В.В. Исследование новых мутантных генов у гороха полевного. Сообщение II. Гены leaf, tl, le и их влияние на конкурентоспособность и семенную продуктивность растений / В.В. Хангильдин // Генетика. – 1984. – Том XX, №8. – С.1325-1330.

180. Хангильдин, В.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В.В. Хангильдин, С.В. Бирюков. // Генетико-цитологические аспекты селекции сельскохозяйственных растений. – Одесса: ВСГИ, 1984. – С. 67-76.

181. Хапчаева, С.А. Генетическое маркирование клубеньковых бактерий и способы повышения эффективности бобово-ризобиального симбиоза: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.03/Хапчаева Софья Арсеновна. – М., 2019. – 26 с.

182. Хвостова, В.В. Генетика и селекция гороха / В.В. Хвостова. – Новосибирск: Наука, 1975. – 267 с.
183. Химический состав гороха [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://fitaudit.ru/food/135704>. Дата обращения 01.02.2021.
184. Цагараева, Э.А. Биологический потенциал бобовых растений и проблемы его эффективного использования в условиях Центрального Предкавказья: дис. ... д-ра биол. наук:03.02.14 / Цагараева Элеонора Александровна. – Владикавказ, 2014. – 385 с.
185. Цыганок, Н.С. Об особенностях новых сортов овощной фасоли / Н.С. Цыганок, М.П. Мирошникова // Интродукция нетрадиционных и редких растений. – Донецк: ДонГАУ, 2004. – Т. 11. – С. 144-150.
186. Цыганок, Н.С. О гибридизации в практической селекции овощных сортов гороха и фасоли: ретроспектива и перспектива / Н.С. Цыганок // Сельскохозяйственная биология. – 2014. – № 1. – С. 26-30.
187. Чайковский, А.И. Влияние технологических приемов на конвейерное производство фасоли спаржевой, урожайность и качество продукции / А.И. Чайковский, М.Ф. Степура // Сборник научных трудов. по овощеводству и бахчеводству (к 110-летию со дня рождения Квасникова Б.В.). – М.: ВНИИОХ, 2009. – С. 463-472.
188. Частная селекция полевых культур / Ю.Б. Коновалов, Л.И. Долгодворова, Л.В. Степанова и др.; под редакцией Ю. Б. Коновалова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 543 с.
189. Чекалин Е.И. Морфофизиологические особенности гороха полевого и его перспективы в селекции на семенную продуктивность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук:03.00.12; 06.01.05/ Чекалин Евгений Иванович. – Орел, 2009. – 24 с.
190. Чекалин, Н.М. Селекция зернобобовых культур / Н.М. Чекалин, Н.И. Корсаков, М.Д. Варлахов, С.Н. Агаркова, А.А. Голубев, А.И. Голубев, А.И. Курдин, А.П. Лаханов; под ред. А. В. Пухальского. – М.: Колос, 1981. – 336 с.

191. Чекалин, Н.М. Пути развития теоретических исследований в связи с задачами улучшения зернобобовых культур / Н.М. Чекалин // Проблемы селекции и семеноводства зернобобовых культур. – М., 1982. – С. 11-16.
192. Чекалин, Н.М. Генетические основы селекции зернобобовых культур на устойчивость к патогенам /Н.М. Чекалин. – Полтава: «Інтерграфіка», 2003. – 186 с.
193. Чекрыгин, П.М. Результаты изучения исходного материала для селекции гороха с зерном высокого качества /П.М. Чекрыгин //Вопросы качества продукции зернобобовых культур. – Орел, 1970. – С.34-42.
194. Чижикова, О.Г. Разработка ассортимента хлеба пшеничного с добавлением семян фасоли [Электронный ресурс] /. О.Г. Чижикова, Л.О. Коршенко, М.А. Суховарова, А.В. Исаков // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2015.– Том 7, № 3. – Режим доступа <http://naukovedenie.ru/PDF/184TVN315.pdf>. Дата обращения 01.02.2021.
195. Чуб, М.П. Современное состояние плодородия почв Саратовской области / М.П. Чуб, И.Ф. Медведев, Н.В. Потатурина // Агрехимия. – 2003. – № 4. – С. 5-13.
196. Чуданов, И.А. Биологизация земледелия в Среднем Поволжье / И.А. Чуданов // Научные основы адаптивных систем земледелия в степных районах Среднего Заволжья: сб. науч. тр.: К 100-летию Самарского НИИСХ. – Самара: Изд-во «НТЦ», 2003. – С. 197-208.
197. Шаманин, В.П. Курс лекций по частной селекции и генетике зернобобовых культур (горох, соя, фасоль, вика, бобы): учебное пособие /В.П. Шаманин, Н.Г. Казыдуб. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2013. – 141 с.
198. Шевченко, В.А. Технология производства продукции растениеводства: учебное пособие / В.А. Шевченко, О.А. Раскутин, Н.В., Скороходова, Т.П., Кобзева; под ред. В.А. Шевченко – М., 2004. – 381 с.
199. Шелепина, Н.В. Применение растительных белков в пищевой промышленности / Н.В. Шелепина, А.В. Каверочкина // Научные записки ОрелГИЭТ. – Орел, 2010. – № 2. – С. 431-433.

200. Шелепина, Н.В. Научно-практическое обоснование эффективных способов переработки зерна современных сортов и форм гороха. автореф. дис. ... доктора с.-х. наук: 05.18.01 / Шелепина Наталья Владимировна. – Мичуринск-научоград, 2014. – 33 с.

201. Шепель, О.Л. Изучение перспективных сортообразцов гороха в условиях Приамурья / О.Л. Шепель, Т.А. Асеева // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т.31. – № 4. – С. 47-50.

202. Шепель, О.Л. Влияние климатических факторов на формирование белка у зернобобовых культур в условиях Среднего Приамурья /О.Л. Шепель, Т.А. Асеева, З.С. Рубан // Аграрный вестник Приморья. – 2018. – № 4(12). – С.39-44.

203. Шепель, О.Л. Оценка генетического разнообразия гороха различного направления использования в условиях Среднего Приамурья / О.Л. Шепель, Т.А. Асеева, З.С. Рубан // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2018. – № 2. – С. 104-109.

204. Шрамко, Н.В Роль биологизированных севооборотов в изменении содержания гумуса в дерново-подзолистых почвах Верхневолжья/ Н.В. Шрамко, Г.В. Вихорева // Земледелие. – 2016. – № 1. – С. 14-16.

205. Якоби, Л.М. Полиморфизм форм гороха посевного по эффективности симбиоза с эндомикоризным грибом *Glomus* sp. в условиях инокуляции ризобиями /Л.М. Якоби, А.С. Кукалев, К.В. Ушаков и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2000. – № 3. – С. 94-102.

206. Якубенко, О.Е. Актуальные направления селекции фасоли обыкновенной в Западной Сибири / О.Е Якубенко, В.К Базарнова // Инновационные тенденции развития российской науки: мат. X междун. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященной Году экологии и 65-летию Красноярского ГАУ (Красноярск, 22-23 марта 2017 г.). – Красноярск, 2017. – С.67-70.

207. Якубенко, О.Е. Современные принципы моделирования сортов фасоли обыкновенной для Сибирского региона / О.Е. Якубенко, О.В. Паркина, Д.А. Ко-

лупаев, З.В. Андреева // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4. – С.15-22.

208. Ali-khan, S. T. Production of field peas in Canada / S.T. Ali-Khan, R.S. Zimmer//Ottawa: Dep of agricuylture, 1989. – P.21.

209. Baeumer, K. Chemische und mechanische Unkrautbekämpfung in Ackerbohnen / K. Baeumer // Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. – 1988. – № 1. – P. 1-3.

210. Blixt, S.//Handbook of Genetics. – New York, 1974. – V.2. – P.181-221.

211. Blixt, S. Linkage studies in Pisum / S. Blixt // Agri. Hort. Genet. – 1978. – Bd. 96. – P. 56-87.

212. Bogracheva, T. Starch thermoplastic films from a range of pea (*Pisum sativum*) mutants / T. Bogracheva, I. Topliff, C. Meares // 5th Europ. Conf. on Grain Legumes, 2004. Dijon – France. – P. 47-48.

213. Bradshaw, A.D./ A.D Bradshaw //Advances in Genetics. – 1965. – Vol.13. P.115-155.

214. Būmane, S. Zirņu šķirņu un hibrīdu saimniecisko īpašību izvērtējums / S.Būmane, M. Vitjažkova, A. Pogulis // Zinātniski praktiskās konferences: Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija. – Jelgava, 2012. – P. 51-55.

215. Clement, S.L. Plant Breeding. Pea weevil, *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Bruchi day resistance in *Pisum sativum* x *Pisum fulvum* interspecific crosses / S. L. Clement, K.E. McPhee, L.R. Elberson, M.A. Evans. – NS., 2009. – Vol. 128 – P. 478-485.

216. Clemente, A. Investigation of legume seed protease inhibitors as potential anti-carcinogenic proteins / A. Clemente, D.A., Mackenzie, I.T. Johnson, C. Domoney // 5th Europ. Conf. on Grain Legumes, 2004. Dijon – France. – P. 51-52.

217. Ganesan, K. Polyphenol-Rich Dry Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and Their Health Benefits / K.Ganesan, B.Xu// Int. J. Mol. Sci. – 2017. – Vol. 18. – P.1-26.

218. Georgieva, N. Evaluation of genetic divergence and heritability in pea (*Pisum sativum* L.) / N. Georgieva, I. Nikolova, V. Kosev // *J. BioSci. Biotechnol.* – 2016. – 5(1). – P. 61-67.
219. Kornegay, J. Inheritance of photoperiod response in Andean and Mesoamerican common bean./ J. Kornegay, J. W. White, J. R. Dominguez, G. Tejado, C. Cajiao // *Crop Science.* – 1993. – Vol. 33. – P. 977-984.
220. Kosev, V. Breeding potential of the field pea (*Pisum sativum* L.) cultivars and their progenies / V. Kosev // *J. BioSci. Biotech.* – 2014. – №3 (3). – P. 219-226.
221. Lambrecht, H. The practical importance of one – two – and three flowered types for the breeding work with peas / H. Lambrecht // *Agri Hortique Genetica.* – 1947. – V.5. – P. 79- 84.
222. Lambrecht, H. Uber Blattfarben von Phanaerodamen / H. Lambrecht // *Agri Hortique Genetica.* – 1960. – V.5. – P. 135-168.
223. Lamprecht, H. Studien zur Vererbung des Hohenwachstums bei *Pisum* sowie Koppelungsstudien / H. Lamprecht // *Agri Hortique Genetica.* – 1962. – Bd. 20. – S. 23-62.
224. Makasheva R. Genetics and breeding of peas/ R. Makasheva// – New Delhi; Calcutta, 1983. – P.1 - 37.
225. Massaya P. N., White J. W. Adaptation to photoperiod and temperature / P. N. Massaya, J.W. White; Eds. A. van Schoonhoven, O. Voysest.// *Common Bean: research for crop improvement.* – Wallingford: UK, 1991. – P. 445-500..
226. Miklas P. N. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical to MAS breeding /, J. D. Kelly, S. E. Beebe, M.W.Blair// *Euphytica.* – 2006. – № 147. – P. 105-107.
227. Pelech, L. Root system of meadow clover and its role in humus formation / L. Pelech., T. Zabarna// *International independent scientific journal.* – Krakow, Jagiellonian University – 2020. – №13-2(13). – P.3-7.
228. Rasmusson, J. Studies on inheritance of quantitative characters in *Pisum* / J. Rasmusson // *Hereditas.* 1. Preliminary note on the genetics of flowering. – 1935. – V. 20. – P. 161-180.

229. Rovlands, D. G. Genetic control of flowering in *Pisum sativum* L. / D. G. Rovlands // *Genetica*. – 1964, V. 35. – № 1. – P. 75-94.
230. Shepel, O.L. The influence of hydrothermal conditions in the Middle Amur Region on main characteristics of pea varieties of various uses / O.L. Shepel, A.S. Stepanov, M.P. Zvolimbovskaya // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. Vol. 547 P. – 012036. DOI:10.1088/1755-1315/547/1/012036.
231. Smýkal, P. Pea (*Pisum sativum* L.) in the Genomic Era / P. Smýkal, G. Auber, J. Burstin, C.J. Coyne, N.T.H. Ellis, A.J. Flavell et al. // *Agronomy*. – 2012. – №2. – P. 74-115.
232. Vilmorin P. Recherchés sur heredite mendelienne/ P.Vilmorin // *Compt, Rend., Acad. Sci*, 1910 – Bd. 151. – S. 548 – 551.
233. Wellensiek, S.I. Genetic monograph on *Pisum* / S.I. Wellensiek // *Genetica*. – 1925. – V. 2. – P. 343-476.
234. Wellensiek, S.I. Neutronic mutations in peas / S.I. Wellensiek // *Euphytica*. – 1959. – V. 38. – № 3. – P. 209-215.
235. Wiesinger J.A. The Fast Cooking and Enhanced Iron Bioavailability Properties of the Manteca Yellow Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) // K. A. Cichy, E. Tako, R. P. Glahn // *Nutrients*: E1609. doi: 10.3390/nu10111609. – 2018. – Vol.10. – P.110-112.
236. Zhao, T. Phenotypic diversity of pea (*Pisum sativum* L.) varieties and the polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity of their seeds / T. Zhao, W. Su, Y.Qin, L. Wang, Y. Kang // *Ciência Rural*. – 2020. – v.50. – n.5. – P. 1-16.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А Вегетационный период гороха и фасоли

Таблица А.1 – Вегетационный период гороха

Год	Дата посева	Дата полных всходов	Дата массового цветения	Биологическая спелость
2015	18.05	30.05	10.07	11.08
2016	11.05	25.05	01.07	3.08
2017	22.04	11.05	26.06	29.07
2018	3.05	17.05	25.06	21.07
2019	26.04	13.05	24.06	30.07
2020	29.04	15.05	26.06	30.07
Среднее-многолетнее	20.04-30.04	10.05-20.05	30.06-10.07	20.07-01.08

Таблица А.2 – Вегетационный период фасоли

Год	Дата посева	Дата полных всходов	Дата массового цветения	Биологическая спелость
2015	02.06	12.06	23.07	5.09
2016	23.05	10.06	20.07	12.09
2017	29.05	13.06	10.07	8.09
2018	28.05	14.06	15.07	21.08
2019	9.06	20.06	20.07	10.09
2020	25.05	6.06	9.07	11.09
Среднее-многолетнее	20.05-10.06	10.06-20.06	10.07-20.07	01.09-10.09

Приложение Б Гидротермические условия периодов вегетации гороха

Таблица Б.1 – Гидротермические условия периодов вегетации гороха

Показатель	Год	Посев- всходы	Полные всхо- ды – массо- вое цветение	Массовое цветение- со- зревание	Полные всхо- ды - созрева- ние
Сумма набранных температур, °С	2015	153,7	734,6	716,4	1451,0
	2016	218,0	652,4	733,0	1385,4
	2017	187,9	744,4	739,4	1483,8
	2018	166,2	661,1	532,5	1193,6
	2019	185,7	687,2	758,0	1445,2
	2020	193,1	661,9	779,6	1441,5
	Среднее мно- голетнее	273,3	674,8	663,4	1338,2
Сумма осадков, мм	2015	19,2	125,8	226,0	351,8
	2016	40,4	96,0	155,0	251,0
	2017	27,2	91,4	138,2	229,6
	2018	18,8	114,4	102,0	216,4
	2019	6,0	168,4	202,0	370,4
	2020	20,8	155,2	131,2	286,4
	Среднее мно- голетнее	56,0	100,0	132,0	232,0
ГТК	2015	0,5	1,7	3,2	2,4
	2016	0,5	1,5	2,1	1,8
	2017	0,7	0,9	1,9	1,4
	2018	1,0	1,7	1,9	1,8
	2019	0,5	2,5	2,7	2,6
	2020	0,9	2,3	1,7	2,0
	Среднее	0,7	1,8	2,3	2,0

Таблица Б.2 – Условия вегетационного периода гороха (всходы-созревание)

Год	Σ осадков, мм	Σt , °С	ГТК
2015	351,8	1451,0	2,4
2016	251,0	1385,4	1,8
2017	229,6	1483,8	1,4
2018	216,4	1193,6	1,8
2019	370,4	1445,2	2,6
2020	286,4	1441,5	2,0
Среднее много- летнее	232,0	1338,2	2,0

Приложение В Гидротермические условия периодов вегетации фасоли

Таблица В.1 – Гидротермические условия периодов вегетации фасоли

Показатель	Год	Посев- всходы	Полные всходы – массовое цветение	Массовое цветение- созревание	Полные всходы - созревание
Сумма набранных температур, °С	2015	151,3	827,7	930,0	1757,7
	2016	263,6	829,4	1085,3	1914,7
	2017	224,9	582,3	1200,8	1783,1
	2018	301,1	585,1	793,6	1378,7
	2019	162,4	650,6	1016,3	1666,9
	2020	207,3	587,0	1312,9	1899,9
	Среднее многолетнее	305,1	725,6	1088	1813,6
Сумма осад- ков, мм	2015	14,4	172,6	158,0	330,6
	2016	45,2	149,8	268,4	418,2
	2017	38,2	71,6	227,0	298,6
	2018	19,0	170,8	96,0	266,8
	2019	25,2	79,4	522,0	601,4
	2020	54,0	125,8	417,6	543,4
	Среднее многолетнее	47,0	121,3	240,0	361,3
ГТК	2015	1,0	2,1	1,7	1,9
	2016	1,7	1,8	2,5	2,2
	2017	1,7	1,2	1,9	1,7
	2018	0,6	2,9	1,2	1,9
	2019	1,6	1,2	5,1	3,6
	2020	2,6	2,1	3,2	2,9
	Среднее	1,3	1,9	2,4	2,2

Таблица В.2 – Условия вегетационного периода фасоли (всходы-созревание)

	Σ осадков, мм	Σt , °С	ГТК
2015	330,6	1757,7	1,9
2016	418,2	1914,7	2,2
2017	298,6	1783,1	1,7
2018	266,8	1378,7	1,9
2019	601,4	1666,9	3,6
2020	543,4	1899,9	2,9
Среднее много- летнее	361,3	1803,6	2,2

Приложение Г Характеристика сортообразцов гороха

Таблица Г.1 – Характеристика сортообразцов гороха по элементам структуры урожая и хозяйственно-ценным признакам в условиях Среднего Приамурья, в среднем за годы исследований

Название сортообразца	Вегетац. период, сутки	Высота растений, см	Количество узлов до 1-го боба, шт.	Число				Масса 1000 семян, г	Масса семян с одного растения, г	Урожайность, ц/га	Массовая доля белка, %
				продукт. узлов, шт.	бобов на растении, шт.	бобов на продукт. узел, шт.	семян в бобе, шт.				
Аксайский усатый 55, st	74	88,2	14,2	3,7	6,3	1,7	4,9	182,1	7,7	26,7	21,6
Л-102-07	75	69,7	16,0	4,6	7,3	1,6	2,9	231,0	5,2	22,1	21,2
Л-104-13	75	74,4	15,1	4,4	6,5	1,4	4,3	229,4	6,1	27,1	22,0
Л-75-06	75	65,6	16,3	4,0	6,2	1,5	3,8	233,1	5,7	21,8	21,0
Л-20-03	75	68,1	16,7	4,2	6,4	1,5	3,8	196,6	5,4	21,5	22,7
Яг-09-523	75	67,6	15,3	4,8	7,2	1,5	3,2	213,2	4,9	22,2	21,7
Яг-07-652	76	66,6	15,9	4,3	6,2	1,4	3,7	238,5	5,7	22,5	24,5
Яг-07-643	76	68,6	15,2	4,4	7,1	1,6	3,6	222,0	5,6	24,4	21,7
Яг-07-599	76	65,3	14,6	4,2	6,6	1,6	3,6	208,6	4,8	20,7	23,2
Яг-06-83	74	68,9	15,3	5,7	8,5	1,5	3,1	193,0	5,1	20,2	22,0
Яг-08-1269	74	71,2	14,1	5,0	7,5	1,5	4,0	191,7	5,5	25,9	20,6
Р-743-09	76	64,1	14,8	4,9	7,0	1,4	3,5	200,5	5,3	23,5	22,9
Спартак	76	67,2	15,1	4,9	7,8	1,6	3,2	206,7	5,2	22,3	23,2
Указ	77	70,5	15,1	4,9	7,1	1,4	3,3	219,6	5,5	24,5	20,8
Юбиляр	75	83,2	13,0	4,0	6,4	1,6	4,5	167,4	5,5	24,2	22,8
Ульяновец	76	91,5	12,5	4,5	7,0	1,6	4,4	212,9	6,6	24,2	21,3

Приложение Д Содержание белка в зерне гороха

Таблица Д.1 – Содержание белка в зерне у сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья, 2015-2018 гг., %

Сортообразец	Годы проведения исследования				\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i	Сбор белка с га, ц/га
	2015	2016	2017	2018			
Аксайский уса- тый 55, st	23,6	16,5	24,1	22,1	21,6	1,4	4,96
Л-102-07	22,1	18,4	23,2	21,3	21,2	0,8	4,03
Л-104-13	24,6	18,5	22,8	22,9	22,0	1,0	5,13
Л-75-06	22,0	18,1	23,2	20,9	21,0	0,9	3,94
Л-20-03	22,1	18,9	23,6	26,3	22,7	1,0	4,20
Яг-09-523	24,0	17,4	23,2	22,1	21,7	1,2	4,14
Яг-07-652	26,9	20,3	26,3	24,7	24,5	1,2	4,74
Яг-07-643	22,8	19,0	24,1	21,0	21,7	0,8	4,55
Яг-07-599	24,5	19,7	24,0	24,6	23,2	0,9	4,13
Яг-06-83	22,5	19,1	24,9	21,6	22,0	0,9	3,82
Яг-08-1269	21,0	16,6	24,0	20,8	20,6	1,2	4,59
Р-743-09	22,6	20,7	24,3	24,1	22,9	0,6	4,63
Спартак	23,5	19,0	24,5	25,6	23,2	1,1	4,45
Указ	22,5	17,8	22,6	20,3	20,8	0,9	4,38
Юбиляр	23,5	17,5	24,9	25,4	22,8	1,4	4,75
Ульяновец	21,7	18,3	23,8	21,5	21,3	0,9	4,43

Приложение Е Характеристика сортообразцов фасоли

Таблица Е.1 – Характеристика сортообразцов фасоли по элементам структуры урожая и хозяйственно-ценным признакам в условиях Среднего Приамурья, в среднем за годы исследований

Название сортообразца	Веgetац. период, сутки	Урожайность, ц/га	Высота растений, см	Высота прикреплeния первого боба, см	Число		Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г	Массовая доля белка, %
					бобов на растении, шт.	семян в бобе, шт.			
Гелиада, st	85	17,3	35,8	17,7	7,8	3,1	8,5	325,7	20,0
Рубин	82	17,4	34,5	16,0	7,4	2,9	8,6	391,2	21,4
Стрела	86	13,4	37,1	16,4	8,3	3,7	6,4	207,2	19,6
08-415	88	14,4	37,6	15,9	9,6	3,4	7,2	219,6	19,4
08-551	86	15,6	39,5	19,1	7,9	3,6	7,2	250,7	18,8
08-221	85	8,8	35,4	16,5	7,2	3,6	5,8	218,4	19,6
08-554	87	10,8	52,1	25,5	7,9	3,9	5,8	183,1	18,8
Местная	85	11,0	34,9	18,5	5,2	2,7	6,2	400,3	20,1
Шоколадница	88	16,8	51,6	16,9	8,8	3,9	8,7	258,0	20,2
12-322	82	14,4	32,0	14,0	9,0	3,0	6,4	222,2	21,0
09-197	84	17,4	36,0	17,7	5,4	3,2	8,5	445,0	20,5
09-180	83	17,9	39,1	11,5	8,2	3,6	8,8	282,0	19,2
05-75	89	14,9	47,7	20,3	6,2	3,6	7,0	294,5	21,2

Приложение Ж Содержание белка в зерне фасоли

Таблица Ж.1 – Содержание белка в зерне у сортообразцов фасоли в условиях Среднего Приамурья, %

Сортообразец	Годы проведения исследования					\bar{X}	Коэффициент регрессии b_i	Сбор белка с га, ц/га
	2015	2016	2017	2018	2019			
Гелиада, st	18,9	18,8	22,6	19,4	20,1	20,0	0,5	2,98
Рубин	20,6	19,4	22,3	23,2	-	21,4	1,3	3,20
Стрела	18,5	18,6	21,3	19,9	-	19,6	1,0	2,26
08-415	18,7	18,3	21,1	19,4	-	19,4	1,0	2,40
08-551	16,9	18,0	22,1	18,0	-	18,8	1,7	2,52
08-221	18,5	18,9	21,4	19,4	-	19,6	1,0	1,48
08-554	18,6	16,9	20,4	19,4	-	18,8	1,1	1,75
Местная	17,5	18,5	22,9	21,5	-	20,1	1,9	1,90
Шоколадница	20,3	19,1	19,9	21,4	-	20,2	0,8	2,92
12-322	-	19,5	23,8	19,4	21,2	21,0	1,6	2,60
09-197	-	18,3	23,4	21,4	19,0	20,5	1,8	3,07
09-180	-	16,1	21,1	19,9	19,9	19,2	1,5	2,96
05-75	-	19,5	21,4	22,5	21,4	21,2	0,9	2,72

Приложение 3 Авторское свидетельство №77887 фасоль обыкновенная
Хабаровская

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственная комиссия Российской Федерации
по испытанию и охране селекционных достижений»

**АВТОРСКОЕ
СВИДЕТЕЛЬСТВО**
№ 77887

Фасоль обыкновенная

ХАБАРОВСКАЯ

выдано в соответствии с решением Государственной комиссии Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений от 04.09.2020

ПО ЗАЯВКЕ № 8154096 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 26.11.2018

Патентообладатель(и)

ФГБУН 'ХФИЦ ДВО РАН'
ФГБНУ 'ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ЗЕРНОБОБОВЫХ И КРУПЯНЫХ
КУЛЬТУР'

Автор(ы) : **ШЕПЕЛЬ ОКСАНА ЛЕОНИДОВНА**
ЗАДОРИН А.М., ЗЕЛЕНОВ А.А., МИРОШНИКОВА М.П., МИЮЦ О.А.

*Зарегистрировано в Государственном реестре
охраняемых селекционных достижений*

Врио председателя



О.С. Лесных

Приложение И Акт внедрения ИП Прилепин С.И.

**Индивидуальный предприниматель Прилепин Сергей Иванович
(ИП Прилепин Сергей Иванович)**

680550, Россия, Хабаровский край, Хабаровский район,
с. Князе-Волконское, ул. Никитенко, д.54.

Телефон: 8-914-544-79-71, 8-914-151-38-80; **E-mail:** prilepina_e@mail.ru

ИНН 272006634800

АКТ

от 15 сентября 2021 года

внедрения результата диссертационной работы **Шепель Оксаны Леонидовны** (ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН обособленное подразделение ДВ НИИСХ) «Оценка и отбор исходного материала зернобобовых культур для селекции в условиях муссонного климата Дальнего Востока» **сорта фасоли Хабаровская** на полях ИП Прилепин Сергей Иванович, расположенные в Хабаровском районе Хабаровского края

Настоящим актом подтверждается, что в 2021 году в предприятии индивидуального предпринимателя Прилепина Сергея Ивановича, расположенного в с. Князе-Волконское Хабаровского района Хабаровского края на площади 1,0 га была посеяна фасоль сорта Хабаровская. Посев проведен 29 мая сеялкой СЗ-3,6 с работающими сошниками через 45 см с нормой высева 400 тыс. всхожих семян на 1 га. Уход за посевами включал довсходовое боронование посева и две междурядные культивации с подокучиванием по вегетации. Уборку комбайном провели 20 августа. Урожайность составила 23,5 ц/га

Члены комиссии: индивидуальный предприниматель
В.н.с., кандидат с.-х. наук
Научный сотрудник



Прилепин С.И.
Черпак В.Ф.
Шепель О.Л.

Приложение К Акт внедрения ДВ НИИСХ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Хабаровский Федеральный исследовательский центр
Дальневосточного отделения Российской академии наук
обособленное подразделение

**Дальневосточный
научно-исследовательский
институт сельского хозяйства
(ДВ НИИСХ)**



**Far Eastern Agricultural
Research Institute
(FIARI)**

13, Klubnaya str., Vostochnoe, kr.
Khabarovskiy, 680521, Russian Federation, Tel:
8(4212)49-75-46,
E-mail: dvniish_delo@mail.ru

Юридический адрес: 680521, Хабаровский край, Хабаровский район, с. Восточное
Фактический/почтовый адрес: 680521, Хабаровский край, Хабаровский район, с. Восточное, ул. Клубная, 13
тел. (4212) 49-75-46, факс (4212) 49-71-66, e-mail: dvniish_delo@mail.ru

АКТ

от 20 сентября 2022 года

Внедрения результата диссертационной работы Шепель Оксаны Леонидовны «Оценка и отбор исходного материала зернобобовых культур для селекции в условиях муссонного климата Дальнего Востока» сорта фасоли Хабаровская на полях ДВ НИИСХ обособленного подразделения ФГБУН ХФИЦ ДВО РАН

Настоящим актом подтверждается, что в 2022 году в полевом севообороте ДВ НИИСХ, расположенного в с. Восточное Хабаровского района Хабаровского края на площади 0,5 га была посеяна фасоль сорта Хабаровская. Семена высеяны 26.05 сеялкой СЗФК-7 на профилированной поверхности с нормой высева 360 тыс. всхожих семян на 1 га. Проведена одна довсходовая обработка посевов гербицидом (Фабиан 100 г/га, 28.05) и две междурядные обработки. Уборку комбайном провели 9 сентября, урожайность составила 24 ц/га.

Заместитель директора
по научной работе
доктор с.-х. наук

Ведущий научный сотрудник,
кандидат с.-х. наук

Старший научный сотрудник



Ключникова Н.Ф.

Черпак В.Ф.

Шепель О.Л.