

На правах рукописи



Ким Ирина Вячеславовна

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ
СЕЛЕКЦИИ И ОРИГИНАЛЬНОЕ СЕМЕНОВОДСТВО КАРТОФЕЛЯ В
УСЛОВИЯХ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

4.1.2 селекция, семеноводство и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2023

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный научный центр агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки» (ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А. К. Чайки»)


Научный консультант: доктор биологических наук, профессор РАН, академик РАН, **Клыков Алексей Григорьевич**

Официальные оппоненты: **Симаков Евгений Алексеевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом экспериментального генофонда ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха»
Зеленцов Сергей Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, заведующий отделом сои ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»
Логвинов Алексей Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, директор ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свёклы»

Ведущая организация: ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН»

Защита диссертации состоится « 5 » сентября 2023 года в 9:00 часов на заседании диссертационного совета: 35.2.019.05 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, ауд. 209). С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина», по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 и на сайтах <http://www.kubsau.ru>, Высшей аттестационной комиссии <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан « » _____ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор биологических наук, профессор  Цаценко Л. В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Развитие отечественного картофелеводства является одним из приоритетных направлений АПК Российской Федерации. Мировой валовой сбор картофеля в 2020 г. составил около 380 млн т, в России – 20 млн т, в том числе на Дальнем Востоке – 900 тыс. т. Объем выращивания сертифицированного посадочного материала постоянно увеличивается, но все ещё остаётся недостаточным для обеспечения товарного производства (Анисимов Б.В. и др., 2020). В современных условиях преодоление зависимости от импорта возможно лишь путём повышения конкурентоспособности вновь создаваемых отечественных сортов и увеличения объёмов производства качественного семенного картофеля (Симаков Е.А. и др., 2020).

Сорта картофеля в совокупности с урожайностью должны обладать высоким уровнем устойчивости к неблагоприятным факторам среды и фитопатогенам, привлекательным внешним видом клубней, отличными вкусовыми и биохимическими характеристиками, хорошей лежкоспособностью. В последнее время особое внимание уделяется сортам с высоким содержанием антоцианов в клубнях для диетического питания (Анисимов Б.В. и др., 2019; Шанина Е.П. и др., 2020).

Дальневосточный регион характеризуется сложными почвенно-климатическими условиями. Обильное выпадение осадков (более 200-300 мм) во второй половине вегетации картофеля приводит к значительному переувлажнению почвы и снижает урожай до 50-70 % (Киселев Е.П., 2014). С учётом специфики метеорологических условий региона необходимо выводить сорта картофеля с ранним накоплением продуктивности, устойчивые к стрессовым условиям, особенно к переувлажнению почвы. Важное значение в решении этих задач отводится агробиологическому изучению исходного материала для селекции, повышению эффективности селекционного процесса и совершенствованию схемы безвирусного семеноводства.

В связи с этим создание новых высокопродуктивных генотипов картофеля для различных направлений использования, адаптивных к условиям муссонного климата, и повышение качества семенного материала, имеют высокую актуальность и практическое значение.

Степень разработанности темы. Изучение вопросов расширения генетического разнообразия исходного материала, методов ускоренной оценки селекционных образцов и совершенствования схемы селекционного процесса от начальных этапов проведения гибридизации, выращивания гибридных сеянцев до размножения и производства оригинальных семян раскрыто в трудах Б.В. Анисимова, Е.А. Симакова, Е.В. Овэс, А.В. Коршунова, С.Д. Киру, Э.В. Трускинова, Л.И. Костиной, В.А. Лебедевой, Е.П. Шаниной, П.П. Охлопковой, Е.П. Киселева, А.К. Новоселова, Н.А. Сакары, О.В. Щегорец, Б.Н. Дорожкина,

Н.В. Дергачевой, А.Д. Андрианова, А.И. Черемисина, В.Г. Васильева, А.В. Митюшкина, А.А. Журавлева, Н.М. Гаджиева, Л.С. Аношкиной, Т.В. Рябцевой, М.С. Романовой, Н.И. Ряховской и др.

Обзор результатов исследований позволил оценить современное состояние селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации, в том числе на Дальнем Востоке. Анализ литературных источников показал, что наряду с обновлением и расширением сортимента картофеля главной задачей в достижении показателей Доктрины продовольственной безопасности является совершенствование селекционного процесса и производства безвирусного семенного материала в соответствии с научно обоснованным регламентом. В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на создание конкурентоспособных сортов, и разработка оптимизированной схемы производства оригинального семенного картофеля.

Цель исследований – на основе всестороннего изучения сортообразцов картофеля выделить ценный исходный материал для селекции и создать высокопродуктивные сорта, адаптированные к муссонным условиям юга Дальнего Востока. Оптимизировать технологический процесс производства оригинальных семян в соответствии с современными требованиями к качеству семенного материала.

Задачи исследований:

- провести скрининг сортов картофеля мировой коллекции по продуктивности, скороспелости, биохимическим показателям, столовым качествам, лёжкоспособности, устойчивости к наиболее вредоносным патогенам и вредителям;

- выделить сорта-источники по основным хозяйственно ценным признакам для различных направлений селекции;

- определить адаптивные свойства генотипов (пластичность, стабильность, гомеостатичность, селекционная ценность) по урожайности и качеству клубней картофеля;

- оценить генотипы по содержанию антоцианов в различных органах растений и создать исходный материал диетического назначения;

- выявить степень варьирования хозяйственно ценных признаков в зависимости от гидротермического коэффициента (ГТК) и генотипа;

- оценить сортообразцы на наличие генов устойчивости к вирусам PVX и PVY, вредителям – бледной картофельной нематоде *Globodera pallida* (Stone) Behrens и золотистой цистообразующей нематоде картофеля *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens, раку картофеля *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc;

- создать новые высокопродуктивные сорта и гибриды картофеля с комплексом хозяйственно ценных признаков;

- включить созданные и перспективные сорта в схему семеноводства картофеля.

Научная новизна. В условиях юга Дальнего Востока проведены комплексные исследования 825 сортообразцов картофеля различного эколого-географического происхождения и групп спелости. Выделены ценные источники высокой продуктивности, раннеспелости, биохимических показателей, пластичности и стабильности, с генами устойчивости к вирусам PVX и PVY, вредителям – бледной картофельной нематоде и золотистой цистообразующей нематоде, раку картофеля.

Впервые проведена оценка генотипов на содержание антоцианов в различных органах растений (соцветие, лист, кожура и мякоть клубня) и определена их селекционная ценность. Разработаны и апробированы способы отбора сортообразцов картофеля на ранних этапах вегетации растений (всходы, цветение) с высоким содержанием антоцианов в клубнях (70,0 мг/кг и более), позволяющие повысить эффективность селекционного процесса. Выделены сорта диетического назначения с повышенным содержанием антоцианов.

Созданы новые и перспективные сорта, гибриды картофеля с высокой урожайностью и потребительскими качествами, адаптированные к условиям муссонного климата юга Дальневосточного региона. Усовершенствованы элементы оригинального семеноводства с применением методов биотехнологии.

Теоретическая и практическая значимость работы. Выделены сорта-источники картофеля с высокой продуктивностью и адаптивным потенциалом, устойчивостью к болезням и вредителям, комплексом хозяйственно ценных признаков, которые используются в селекционных программах при создании новых генотипов.

Рекомендованы способы отбора образцов с повышенным содержанием антоцианов при создании сортов диетического назначения. Получен ценный селекционный материал с пигментированной кожурой и мякотью, отличающийся количественным и качественным составом антоцианов в клубнях.

Созданы новые сорта картофеля Казачок и Смак, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Дальневосточному региону. Сорт Августин включён в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений. Сорта Моряк, Орион и Посейдон проходят Государственное сортоиспытание.

Сорта Казачок и Смак включены в схему оригинального семеноводства и возделываются в сельскохозяйственных организациях и личных подсобных хозяйствах Дальнего Востока.

Методология и методы исследований. Исследования выполнены в отделе картофелеводства и овощеводства ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий

Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в период 2002-2021 гг. Работа проведена в рамках Государственного задания, инвентаризации и развитии биоресурсной коллекции, КПНИ Подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» (с 2017 г. по настоящее время), Программы создания и развития селекционно-семеноводческого центра в области сельского хозяйства для создания и внедрения в агропромышленный комплекс современных технологий на основе собственных разработок ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» (2021-2024 гг.). Методология исследований включает определение объектов, предмета, формулировку цели и задач, основных положений и программы опытов и экспериментов, анализ и апробацию результатов. В работе использован системный подход и следующие методы: описательные, аналитические, лабораторные, полевые, классической селекции, статистические.

Основные научные положения, выносимые на защиту:

- ценные генотипы картофеля различного эколого-географического происхождения и групп спелости с хозяйственно ценными признаками для использования в селекции в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока;
- способы отбора сортообразцов с высоким содержанием антоцианов в клубнях при создании сортов диетического назначения;
- перспективные сортообразцы с генами устойчивости к фитопатогенам и вредителям;
- сорта и гибриды картофеля с высокой продуктивностью, адаптивным потенциалом и комплексом ценных показателей;
- усовершенствованные элементы воспроизводства оригинального семенного картофеля с применением методов биотехнологии.

Степень достоверности. В процессе исследований использовались методы учётов и наблюдений в соответствии с методическими рекомендациями ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» и ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова», ГОСТами и стандартными методами анализа и оценки экспериментального материала. Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается достаточно большим объемом наблюдений, применением современных методов исследований, а также сопоставлением результатов исследований с данными, полученными отечественными и зарубежными учёными. Статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием статистических программ MS Excel 2007 и Statistica 10.

Личное участие автора. Результаты исследований получены при непосредственном участии соискателя. За период научных исследований изучено 825 сортообразцов картофеля отечественной и зарубежной селекции,

выведены новые сорта. Автором лично выполнены обзор литературных данных по теме исследований, планирование научных исследований, проанализированы агроклиматические условия региона выращивания картофеля, проведено обобщение, исходя из полученных экспериментальных данных, представлены основные результаты научно-исследовательской деятельности за период 2002-2021 гг., заключение и рекомендации производству. Закладка полевых и лабораторных опытов выполнена при участии сотрудников отдела картофелеводства и овощеводства. Выполнена статистическая обработка полученных данных, подготовлены научные отчёты, доклады, статьи. Долевое участие автора составляет 85 %.

Апробация результатов исследований. Основные результаты исследований доложены на конференциях различного уровня: в ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» (г. Уссурийск, 2006-2022 гг.); на научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофелеводства на юге Дальнего Востока России» (г. Артем, 2008), международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы инновационного развития овощеводства и картофелеводства» (г. Артем, 2013), I-ой Всероссийской научной конференции «Современные исследования в биологии» (г. Владивосток, 2012 г.), научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения А.Г. Лорха (г. Москва, п. Коренево, 2009 г.), научной конференции «Мировые и генетические ресурсы картофеля и их использование в современных направлениях селекции» (к 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова) (г. Москва, п. Коренево, 2012), международной научно-практической конференции «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля» (г. Москва, п. Коренево, 2014 г.), XI международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения» (г. Санкт-Петербург, 2015 г.), международной научной конференции «Проблемы систематики и селекции картофеля (к 125-летию со дня рождения С.М. Букасова)» (г. Санкт-Петербург, 2016 г.), всероссийской научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции, семеноводства и размножения растений в связи с импортозамещением в АПК РФ» (г. Ялта, 2016 г.), международной научно-практической конференции «Наука, образование, общество» (г. Тамбов, 2017 г.), международном научно-практическом семинаре «КОPIA International training program on potato cultivation technology» (Republic of Korea, Pyongchang, 2017 г.), IV Вавиловской международной конференции «Идеи Н.И. Вавилова в современном мире» (г. Санкт-Петербург, 2017 г.), всероссийской научно-практической конференции «Эколого-географическое испытание новейших сортов картофеля для внедрения в производство» (г. Сыктывкар, 2018 г.), III International Scientific conference

Agritech-III-2020: Agribusiness, environmental engineering and biotechnologies (г. Красноярск, 2020 г.), научно-практической конференции «Селекция и оригинальное семеноводство: теория, методология и практика» (г. Москва, п. Коренево, 2022 г.).

Основные публикации. По результатам исследований опубликована 81 печатная работа, в том числе: 19 – в рецензируемых изданиях ВАК, 54 – других изданиях, 8 – Scopus. Получено 3 патента (в соавторстве) и 3 авторских свидетельства на селекционные достижения, 3 патента на изобретения.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, рекомендаций для производства и селекции, списка использованной литературы и приложений. Объем работы составляет 362 страницы текста, включает 51 рисунок, 71 таблицу, 29 приложений. Список использованной литературы включает 688 наименований, в том числе 194 – иностранных авторов.

Благодарности: автор выражает признательность и искреннюю благодарность за оказанную помощь в проведении исследований научному консультанту А.Г. Клыкову, доктору биол. наук, профессору РАН, академику РАН; А.К. Новоселову, канд. с.-х. наук; П.В. Фисенко, вед. науч. сотр., канд. биол. наук; Е.Н. Барсуковой, вед. науч. сотр., канд. с.-х. наук; сотрудникам отдела картофелеводства и овощеводства, лаборатории селекционно-генетических исследований полевых культур, лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии, лаборатории агрохимических анализов, администрации ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологии Дальнего Востока им. А.К. Чайки».

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, НАПРАВЛЕНИЯ, МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕHOBOДCTBA КАРТОФЕЛЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В главе проведён аналитический обзор состояния картофелеводства в мире, в том числе Российской Федерации. Обобщена информация по эффективности методов селекции на продуктивность, скороспелость, биохимические показатели, адаптивность и устойчивость к фитопатогенам. Раскрыты аспекты и недостатки существующих элементов оригинального семеноводства картофеля. Анализ отечественных и зарубежных литературных источников позволил сделать выводы об актуальности исследований в направлении – создание высокопродуктивных генотипов с ценными признаками различного назначения, адаптированных к стрессовым условиям муссонного климата.

2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнялась в ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» (2002-2021 гг.). Полевые опыты располагались в селекционно-семеноводческом севообороте отдела картофелеводства и овощеводства, расположенном в с. Пуциловка Уссурийского района, в долине реки Казачка.

Агрометеорологические условия в вегетационный период картофеля значительно отличались за период исследований. Наблюдалось значительное варьирование показателей влагообеспеченности растений от среднемноголетних значений, ГТК изменялся от 0,56 до 3,23.

Проведенный анализ погодных условий показал, что относительно благоприятными для роста и развития растений были пять лет – 2003, 2004, 2006, 2010, 2012; неблагоприятными: засушливыми – 2014, 2021, чередование переувлажнения с засухой – 2005, 2007-2009, 2011, переувлажненными – 2002, 2013, 2015-2020. Отмечено, что два года из пяти лет характеризуются сильным переувлажнением почвы в период активного клубненакопления (ГТК 2,04-3,38), что привело к снижению продуктивности и качества клубней.

Исходным материалом для исследований послужили сортообразцы картофеля из мировой коллекции ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова» – ВИР (г. Санкт-Петербург), коллекции ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха» (г. Москва, п. Коренево) и других учреждений страны. Всего за период 2002-2021 гг. изучено 825 генотипов отечественного и зарубежного происхождения, также изучались гибриды и сорта селекции ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». В качестве стандартов использовали сорта, допущенные к использованию по 12 региону и рекомендованные для выращивания в Приморском крае – ПРИ-12, Юбиляр, Жуковский ранний (раннеспелые), Невский, Adretta, Sante (среднеранние), Дачный (среднеспелый), Филатовский, Синева, Янтарь (среднепоздние).

Оценку и изучение материала проводили в соответствии с «Методическими указаниями по технологии селекционного процесса картофеля» (2006), «Методическими указаниями по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля» (2010), «Методикой исследований по культуре картофеля» (1967), «Методикой определения столовых качеств картофеля» (1975), «Методикой прогнозирования целесообразного срока хранения (лёжкости) клубней картофеля» (2003).

Состав и накопление антоцианов анализировали по методу С.Е. Lewis с соавт. (1998) в Дальневосточном федеральном университете (г. Владивосток, Приморский край). Для определения содержания антоцианов использовали ткани мякоти клубней, кожуры, листьев и соцветий. Антоцианы разделяли

методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе с градиентным насосом высокого давления LC-20AD и блоком термостатирования колонок СТО-20А («Shimadzu», Япония). Хроматографию проводили на обратнофазной колонке Shodex C18-4E (250½4,6 мм). Детектирование осуществляли в диапазоне длин волн 300-600 нм UV/VIS спектрофотометрическим детектором SPD-20А («Shimadzu», Япония). Антоцианы идентифицировали методами масс-спектрометрии второго порядка с помощью ловушки amaZon SL («Bruker», Германия).

Методы оздоровления в культуре in vitro и выявления вирусных инфекций с помощью ИФА и ПЦР. В работе по оздоровлению сортов картофеля Августин и Моряк совмещали метод культуры ткани с химиотерапией, используя противовирусные препараты рибавирин и хитозан. Проростки исходных клубней и микрорастения тестировали методом ИФА и ПЦР анализа. Для размножения и поддержания *in vitro* безвирусных пробирочных растений картофеля применяли метод микрклонального размножения (микрочеренкование) (Калашникова Е.А., 2006; Овэс Е.В., 2017).

Иммуноферментный анализ (ИФА). Для проведения анализа применяли антитела и конъюгаты производства ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха» (г. Москва, п. Коренево). Определение вирусов X, Y, M, L, S, A проводили по методике В.И. Куликовой и др. (2008) и ГОСТ 33996-2016 Картофель семенной...(2017).

Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Одношаговую ОТ-ПЦР с флуоресцентной детекцией в реальном времени проводили с использованием коммерческих наборов «Potato Virus X. Y. M. L. S. A. PSTVd – PV» (Синтол). Для оценки изменения уровня заражённости растений картофеля в процессе оздоровления использовали количественную ПЦР с использованием тех же реактивов и применением алгоритма «сравнение Ct» (ΔΔCt). КДНК получали с использованием ревертазы RNAscribe RT (Biolabmix) и случайного гексануклеотидного праймера. ПЦР проводили в амплификаторе MiniAmp (Applied Biosystems) по Д.Ю. Рязанцев, С.К. Завриев (2009 г.).

Выделение нуклеиновых кислот. Тотальную РНК выделяли из свежих частей растений методом Aljanabi S.M., Martinez I. (1997), используя коммерческие наборы – РНК-экстран (Синтол), а также «ручным» методом с использованием хлористого лития (Bekesiova I., Nap J.-P., Mlynarova L., 1999).

Иммунохроматографический экспресс-метод (ИХА) использовали при осуществлении контроля качества семенного материала. Применяли тест-полоски для определения бактериозов – чёрная ножка *Pectobacterium atrosepticum* и *Dickeya dianthicola* и кольцевая гниль *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (МГУ им. М.В. Ломоносова, ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», г. Москва). ИХА проводили по рекомендациям А.И. Ускова, Б.В. Анисимова, Ю.А. Варицева и др. (2010).

Экспериментальные данные обрабатывали статистическим методом с применением однофакторного дисперсионного анализа с последующим множественным сравнением средних по Фишеру (*LSD*-метод) с использованием статистических программ MS Excel 2007 и Statistica 10 («StatSoft, Inc.», США), рассчитывали средние (*M*) и $t_{0,05} \frac{1}{2}SEM$.

3 АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ И ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

Объем исследуемого материала проанализирован по продуктивности, способности к накоплению ранней продукции, биохимическому составу, столовым качествам, лежкоспособности клубней.

3.1 Исходный материал и вегетационный период сортов картофеля

При изучении коллекционного и селекционного материала картофеля сортообразцы сгруппированы по происхождению и группам спелости. Большая часть изучаемого материала представлена сортами российской селекции – 40,1 % (332 шт.) (рисунок 1).

Другие страны (Япония, Польша, Украина, Великобритания, Чехословакия, США, Казахстан) (6,0)

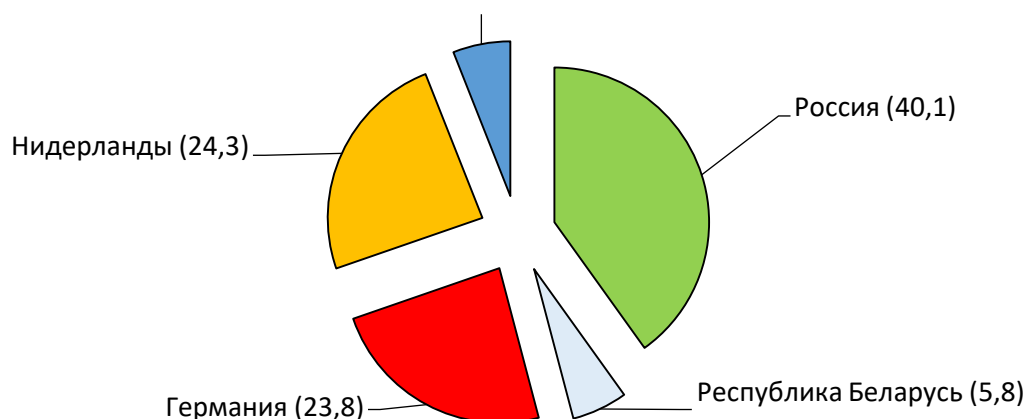


Рисунок 1 – Происхождение сортов картофеля, изученных в ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» за 2002-2021 гг., %

Генотипы голландской и немецкой селекции занимают половину от объёма коллекционного питомника – 24,3 (196 шт.) и 24,8 % (200 шт.). Сортообразцы из Республики Беларусь и других стран (Польша, Украина, Великобритания, Чехословакия, США, Казахстан) составили наименьший процент в питомнике 5,8 (48 шт.) и 6,0 (49 шт.) соответственно.

Исследования показали, что период вегетации растений картофеля в условиях Дальневосточного региона продолжительнее, чем в других регионах страны. Увядание ботвы у генотипов из ранней группы спелости начиналось на

70-й день после посадки. За годы исследований вегетационный период сортообразцов в среднем составил от 75 до 135 суток (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация сортообразцов картофеля по группам спелости

Группа спелости	Количество сортообразцов, шт.	Вегетационный период, сутки	
		lim	X
Раннеспелая	93	75-80	77
Среднеранняя	272	81-90	87
Среднеспелая	341	91-100	98
Среднепоздняя	87	101-120	110
Поздняя	32	121-135	120

Основная доля изученных генотипов характеризовалась среднеранним и среднеспелым сроками созревания – 32,9 % (272 шт.) и 41,3 % (341 шт.) соответственно. Раннеспелые образцы составили 11,4 % (93 шт.) среди исследуемого объема. Группа генотипов со среднепоздним сроком созревания состояла из 87 сортообразцов (10,5 %). Представители наиболее продолжительного вегетационного периода, из поздней группы спелости, представлены наименьшим количеством – 3,9 % (32 шт.).

Таким образом, агроклиматические условия юга Дальневосточного региона позволяют возделывать сорта картофеля различных групп спелости. В последние годы увеличивается востребованность раннеспелых сортов в связи с необходимостью уборки урожая до выпадения обильных осадков во вторую половину вегетации, что совпадает с периодом тайфунов и циклонов (III декада июля – август).

3.2 Продуктивность и адаптивные свойства сортообразцов картофеля различного происхождения

Продуктивность картофеля является интегрированным признаком, характеризующим целый ряд свойств: генетические возможности данного генотипа, адаптивность (как общую, так и специфическую, применительно к данной экологической нише), устойчивость к болезням и вредителям и т.д. (Дорожкин Б.Н., 2004). Приспособляемость и реализация потенциальных возможностей генотипов в конкретных условиях зависит от положительных или отрицательных показателей индекса условий среды (I). Положительное значение индекса условий формирует благодаря более полной реализации способностей генотипов в данных условиях, и наоборот, очень высокие отрицательные индексы являются следствием низкого адаптационного потенциала изучаемых сортов (Чирко Е.М., 2009).

За годы исследований средняя продуктивность сортообразцов картофеля составила 755 г/куст. Величина этого показателя изменялась по годам от 450 до 1020 г/куст, при этом коэффициент вариации был в пределах от 17,0 до 42,8 %, что указывает на высокую вариабельность признака (таблица 2).

Таблица 2 – Изменчивость продуктивности сортов картофеля в годы исследований (2002-2021 гг.)

Год	Продуктивность, г/куст		I*	S**	V, %
	Lim-Opt	X ± Sx			
2002	180-1245	695 ± 10,2	-150,36	187,5	18,7
2003	560-1390	875 ± 16,2	+196,52	215,3	24,6
2004	480-1280	830 ± 11,3	+153,20	202,1	29,8
2005	120-840	495 ± 8,8	-211,94	108,4	21,9
2006	330-1460	880 ± 16,8	+177,16	206,4	23,4
2007	500-1365	720 ± 11,4	-113,36	140,0	17,0
2008	175-1130	800 ± 15,6	+170,57	191,3	30,3
2009	150-2400	1020 ± 29,2	+203,47	241,1	39,8
2010	310-1450	950 ± 21,4	+196,30	204,1	21,3
2011	335-1940	735 ± 17,8	-120,54	157,4	28,7
2012	360-1570	920 ± 19,8	+200,01	242,7	26,3
2013	270-1220	720 ± 10,8	-117,65	189,3	21,4
2014	160-1190	760 ± 15,7	-99,52	206,8	31,5
2015	195-1240	620 ± 16,1	-102,47	198,1	28,7
2016	210-1250	670 ± 15,2	-209,24	187,1	33,6
2017	345-1470	540 ± 26,5	-254,21	238,8	28,6
2018	110-1260	510 ± 9,5	-269,81	247,2	24,5
2019	290-2110	920 ± 18,9	+202,36	247,1	19,5
2020	120-1260	450 ± 8,6	-248,61	107,2	24,1
2021	320-2135	980 ± 19,9	+221,35	224,9	42,8

Примечание: * – Индекс условий среды, ** – Среднее квадратичное отклонение

Высокие и стабильные результаты по продуктивности получены в относительно благоприятные по погодным условиям годы – 2003, 2004, 2006, 2010 и 2012, когда средняя продуктивность изученных образцов составила 875 г/куст. Индекс среды (I) в эти годы имел положительные значения и варьировал от +153,20 до +200,01.

Отмечены годы с переменной засухой и переувлажнением, при этом индекс среды был положительным – 2008, 2009, 2019, 2021. В эти периоды продуктивность составила 800-1020 г/куст. По нашему мнению, это объясняется тем, что распределение влаги в течение вегетации было равномерным, растения в засушливые месяцы компенсировали её недостаток за счёт дней с обильными осадками.

В 2015-2018 гг. и 2020 г. зафиксированы очень низкие показатели продуктивности – 450-670 г/куст, в связи со значительной переувлажненностью почвы в период формирования клубней.

Оценка сортов и гибридов по адаптивным показателям представляет интерес, как для теоретических исследований, так и для практической селекции. Среди исследуемых сортообразцов выделены генотипы, которые наряду с продуктивностью (1000 г/куст и более) отличились высокими показателями пластичности ($b_i=1,14-1,85$), стабильности ($S^2d \cdot 10^3=0,15-1,00$),

гомеостатичности ($Hom = 15,87-31,45$) и селекционной ценностью ($Sc = 557,66-852,14$): Арктика, Бастион, Жуковский ранний (st), Зоя, Казачок, Камчатка, Колымский, Крепыш, Лилея, Памяти Кулакова, Удача (таблица 3).

Таблица 3 – Адаптивные свойства высокопродуктивных сортов картофеля (2002-2021 гг.)

Сорт	Продуктивность, г/куст		b_i	$S^2d \cdot 10^3$	S	V, %	Hom	Sc
	Lim-Opt	X						
<i>раннеспелые</i>								
Жуковский ранний, st	490-1380	1020	1,45	0,52	123,95	18,4	15,87	796,32
Бастион	250-1320	1100	1,47	0,23	178,54	24,7	19,54	689,52
Колымский	560-2100	1480	1,52	0,40	221,32	34,7	19,58	752,14
Крепыш	450-1870	1220	1,84	0,36	196,21	28,7	18,77	675,21
Памяти Кулакова	550-1280	1040	1,21	0,50	189,62	19,7	19,74	814,25
Удача	500-1490	1060	1,14	0,30	205,12	17,4	21,42	785,62
Королева Анна	320-1870	1150	1,01	35,85	247,96	29,5	5,24	107,52
Laperla	520-2000	1360	0,74	39,65	206,54	29,7	31,45	758,64
<i>среднеранние</i>								
Sante, st	585-1220	905	1,33	17,09	259,53	28,7	4,96	433,36
Арктика	800-1450	1115	1,85	0,42	206,85	20,1	20,36	852,14
Зоя	830-2400	1400	1,36	0,15	103,68	34,7	19,85	795,34
Камчатка	560-1560	1010	1,22	0,23	236,84	23,4	18,11	745,28
Патриот	750-2100	1300	1,47	20,46	199,74	26,4	19,65	653,28
Сударыня	520-1800	1250	0,71	69,32	233,66	45,6	2,84	103,25
Лилея	700-1560	1220	1,45	0,45	226,74	25,5	21,88	803,41
Belmonda	310-1470	1050	0,32	55,62	209,41	33,1	3,57	100,41
7For7	700-1640	1230	1,21	7,36	201,36	22,4	4,96	698,52
<i>среднеспелые</i>								
Дачный, st	840-1520	1200	1,23	7,95	226,40	23,7	21,95	785,32
Алим	530-1500	1180	1,28	9,57	195,41	21,6	19,65	700,01
Аляска	750-1590	1020	1,36	7,85	226,54	35,5	20,32	665,42
Златка	560-2000	1460	0,35	60,35	203,74	25,7	2,47	102,35
Славянка	250-1500	1050	0,38	40,25	258,48	36,4	5,28	150,14
Ibis	220-1410	1075	0,65	39,57	99,54	32,5	5,74	109,21
<i>среднепоздние и поздние</i>								
Янтарь, st	515-1150	900	1,47	8,66	272,47	30,7	4,57	398,01
Казачок	820-1500	980	1,33	0,36	106,34	15,4	20,01	804,25
Мусинский	520-1300	1170	0,58	55,36	226,57	26,4	5,41	122,40
Победа	700-1300	1160	1,20	1,00	204,51	25,4	9,51	200,01
Ветразь	650-1400	1005	1,36	6,35	199,84	44,7	19,74	557,66
Рагнеда	560-2230	1445	1,47	8,79	269,51	25,7	20,11	784,51

Товарность – важный признак, который учитывается при подборе сортов, не только в селекции, но и в производстве. Исследования показали, что значения товарности изменялись в зависимости от группы спелости. При изучении генотипов средний показатель варьировал от 71,3 до 86,4 % (таблица 4).

Таблица 4 – Товарность сортов картофеля различных групп спелости (2002-2021 гг.)

Группа спелости	Количество сортообразцов, шт.	Товарность, %		V, %
		lim	$X \pm Sx$	
Раннеспелая	93	24,9-88,3	76,4±1,4	14,6
Среднеранняя	272	52,1-85,5	71,3±1,6	16,8
Среднеспелая	341	63,1-88,2	80,4±1,8	20,4
Среднепоздняя	87	60,1-90,4	86,4±2,3	23,8
Поздняя	32	55,4-98,7	81,5±1,9	29,4

Анализ товарности сортов показал, что наибольшими значениями этого признака обладали среднепоздняя и поздняя группы созревания – 86,4 и 81,5 % соответственно. Среднеранняя группа сортов характеризовалась минимальной товарностью – 71,3 %.

При оценке адаптивности сортообразцов по признаку «товарность» ряд генотипов выделились, как пластичные ($b_i = 1,22-2,84$) и стабильные ($S^2d = 0,26-3,89$), с высоким гомеостазом ($Hom = 16,99-532,79$) и селекционной ценностью ($Sc = 435,51-895,52$): раннеспелые – Антонина, Бастион, Весна белая, Колымский, Крепыш, Метеор, Огниво, Памяти Кулакова, Уладар, Bellarosa, Impala, Red Scarlett, Vineta, Vitesse; среднеранние – Арктика, Горняк, Зоя, Кемеровчанин, Чародей, Бриз, Belmoda, Gala, Lilly, Romano ; среднеспелые – Аляска, Голубизна, Очарование, Утро, Чайка, Волат; среднепоздние и поздние – Ветразь, Казачок, Победа. Выделенные сортообразцы с высокой продуктивностью, товарностью и адаптивной способностью используются в селекции в качестве родительских форм при создании новых сортов.

3.3 Раннее накопление хозяйственно значимой продукции у сортов картофеля разных групп спелости

Одним из значимых биологических факторов, определяющих группу спелости сорта, является хозяйственная скороспелость, под которой подразумевается способность сортов формировать определенный урожай клубней при ранних сроках уборки (Маханько В.Л., 2004).

Исследования показали существенное изменение продуктивности ($V = 32,0-50,5 \%$) и способность формировать массу клубней среди сортов различных групп спелости на 60-й, 70-й и 80-й дни после посадки.

На основании полученных результатов по динамике накопления хозяйственно значимой продуктивности на 60-й день после посадки, нами выделено 4 группы образцов:

- первая группа (10,5 %) – это сорта, которые на 60-й день после посадки сформировали продуктивность 500 г/куст и более. Отмирание ботвы у них наступило на 86-й день после посадки, что характерно для сортов ранних и среднеранних;

- вторая группа сортов (19,8 %) на 60-й день после посадки имела продуктивность в среднем за годы исследований 400-490 г/куст. Период вегетации образцов данной группы составил 96 дней, что свойственно генотипам среднеспелого срока созревания;

- третья группа сортообразцов (35,7 %) характеризовалась тем, что на 60-й день накопление продуктивности составило 300-390 г/куст. Значительный прирост массы клубней наблюдался в период между 70-м и 80-м днем после посадки – в среднем 450 г/куст. У образцов, вошедших в эту группу, вегетация ботвы продолжалась до начала массовой уборки, а прирост продуктивности практически прекратился на 80-й день после посадки. В связи с этим такие сорта физиологически относятся к среднепоздней группе, а хозяйственно значимый урожай они формируют как среднеранние;

- четвёртая группа по количеству сортов состояла из 34,0 % из всех изученных сортообразцов, продуктивность которых на 60-й день составила 200-290 г/куст. Для них характерен поздний срок созревания. Растения вегетировали и постепенно накапливали продуктивность до удаления ботвы перед уборкой (рисунок 2).

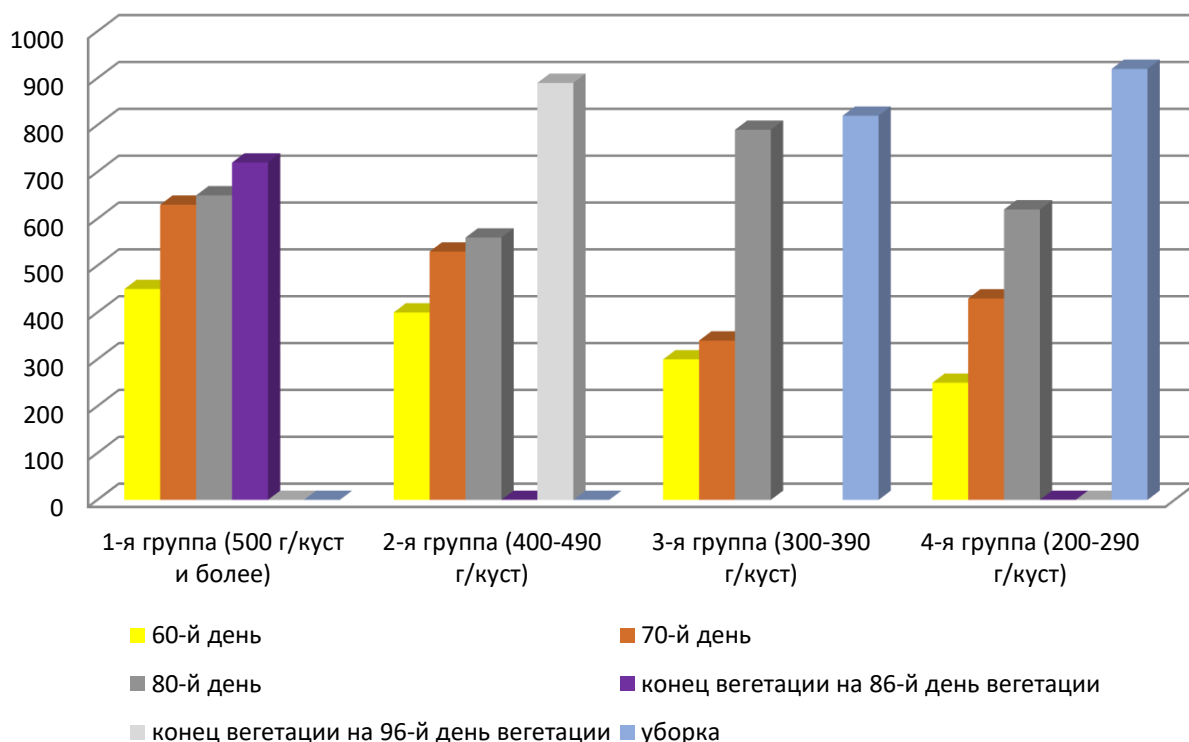


Рисунок 2 – Сравнительная оценка сортообразцов картофеля в зависимости от группы с ранним накоплением хозяйственно значимой продуктивности

Таким образом, в результате исследований выделены сорта с высокой продуктивностью (400-700 г/куст) в ранние сроки (на 60-й день после посадки): раннеспелые – Жуковский ранний (st), Метеор, Latona; среднеранние – Зоя, Манифест, Шурминский, Venimaru; среднеспелые – Росинка, Ручеёк, Planta;

среднепоздние и поздние – Альпинист, Голубизна, Aster, DDR I/678050, Simphonia. Выделенные генотипы рекомендуется использовать в селекции в качестве источников ранней продуктивности (таблица 5).

Таблица 5 – Продуктивность сортов картофеля в ранние сроки (на 60-й день после посадки, 2002-2021 гг.)

Сорт (группа спелости)	Происхождение	Продуктивность, г/куст	Товарность, %	Масса товарного клубня, г
Жуковский ранний, st (раннеспелая)	Россия	450	78,6	70
<i>первая группа (продуктивность 500 г/куст и более)</i>				
Зоя (среднеранняя)	Россия	700	85,6	100
Метеор (раннеспелая)	Россия	580	84,0	70
Ручеек (среднеспелая)	Россия	520	75,0	70
Манифест (среднеранняя)	Республика Беларусь	600	90,3	80
Simphonia (среднепоздняя)	Нидерланды	680	88,0	100
DDR I/678050 (среднепоздняя)	Германия	650	85,0	70
Venimaru (среднеранняя)	Япония	500	66,7	55
<i>вторая группа (продуктивность 400-490 г/куст)</i>				
Альпинист (поздняя)	Россия	450	88,6	100
Шурминский (среднеранняя)	Россия	480	87,9	100
Росинка (среднеспелая)	Россия	480	72,3	80
Голубизна (среднепоздняя)	Россия	450	75,5	95
Latona (раннеспелая)	Нидерланды	440	84,6	100
Planta (среднеспелая)	Германия	435	76,9	70
Aster (среднепоздняя)	Польша	470	72,8	40
<i>третья группа (продуктивность 300-390 г/куст)</i>				
Ирбитский (среднеспелая)	Россия	330	70,3	80
Сударыня (среднеранняя)	Россия	375	75,6	80
Посвит (среднеспелая)	Республика Беларусь	340	71,3	70
Desiree (среднеранняя)	Нидерланды	370	70,0	60
Lizera (среднеспелая)	Германия	390	57,1	70
Babett (среднеранняя)	Чехословакия	390	44,4	45
Jasmin (среднеранняя)	Польша	360	64,3	50
<i>четвертая группа (продуктивность 200-290 г/куст)</i>				
Смак (среднепоздняя)	Россия	200	78,9	80
Буряк (среднеспелая)	Россия	250	75,6	60
Лакомка (среднеранняя)	Россия	200	72,6	60
Фермер (раннеспелая)	Россия	290	70,0	70
Fabula (среднеранняя)	Нидерланды	290	72,6	70

Продуктивность сортов из третьей и четвертой групп была в пределах от 200 до 390 г/куст. Для данных генотипов характерно постепенное формирование продуктивности в течение вегетационного периода. Так, раннеспелый сорт Фермер на 60-й день после посадки характеризовался невысоким приростом массы клубней – 200 г/куст, что свойственно сортообразцам позднего срока созревания. Подобными свойствами обладали среднеранние и среднеспелые

сорта – Буран, Ирбитский, Лакомка, Сударыня, Посвит, Babett, Desiree, Jasmin, Lizera.

Исследованиями установлено, что раннее накопление хозяйственно значимой продуктивности характерно не только для раннеспелых сортов, но и для образцов с более поздней физиологической спелостью.

3.4 Исходный материал картофеля для селекции на биохимический состав клубней

В настоящее время начинает приобретать все большую популярность селекция на создание сортов картофеля диетического назначения с низкой крахмалистостью, высоким содержанием белка, витамина С и антоцианов в клубнях.

При изучении сортообразцов выявлено значительное изменение содержания крахмала в клубнях в период хранения картофеля. Осенью количество данного вещества находилось в пределах 12,8-18,9 %, а к весне показатели снизились в среднем на 4,6-5,7 %. Вариабельность крахмалистости среди сортов составила 10,1-18,4 % (рисунок 3).

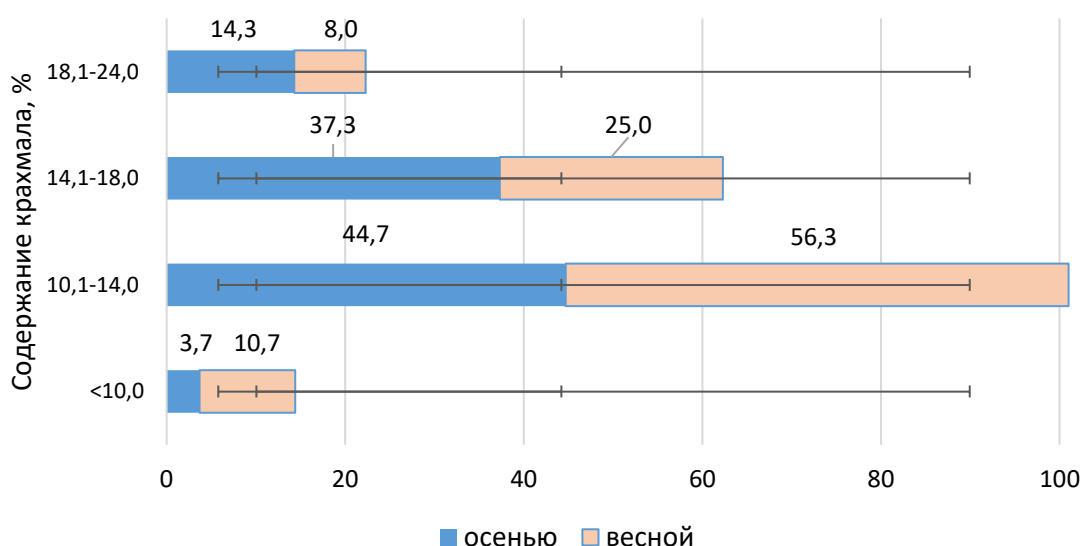


Рисунок 3 – Распределение сортов картофеля по содержанию крахмала, %

Отмечено уменьшение количества сортообразцов весной с содержанием крахмала в пределах <10,0 % на 7,0 %, 10,1-14,0 % – 11,6 %, 14,1-18,0 – 12,3 %, 18,1-24,0 % – 6,3 %.

В результате исследований выделены сорта, характеризующиеся низкрахмалистостью (8,6-12,6 %) осенью и весной: раннеспелые – Жуковский ранний (st), Крепыш, Лига, Метеор, Памяти Кулакова, Laperla, Madeleine, Sprint; среднеранние – Кузнечанка, Рождественский, Сударыня, Чародей, Jelly; среднеспелые – Дачный (st), Ирбитский, Колобок, Монастырский, Рапсодия, Сиреневый туман, Тарасов, Чайка, Agata, Nicola; среднепоздние и поздние – Вдохновение, Рагнеда, Янтарь (st), Mozart, Sifra.

Наибольшую ценность из азотистых соединений картофеля представляет белок, общее содержание которого в клубнях картофеля не постоянно и значительно варьирует в зависимости от сорта, почвенно-климатических особенностей, условий выращивания, хранения и т.д. Исследования показали, что содержание белка в клубнях в среднем составило: осенью – 1,41 %, весной – 1,38 %. Основная группа изученных сортов (60,5 % осенью и 62,0 % весной) характеризовалась низким его содержанием – 1,31-1,60 %. Выявлены высокобелковые генотипы (2,10-3,00 %) осенью и весной: раннеспелые – Асоль, Крепыш, Лыковский, Огниво, Повінь, Jaerla, Red Scarlet, Rosara; среднеранние – Василек, Каприз, Одиссей, Памяти Осиповой, Чародей, Манифест, Valiza, Maestro; среднеспелые – Наяда, Тарасов, Фаворит, Фиолетовый, Ассент; среднепоздние и поздние – Журавинка, Saturna.

Картофель является одним из важнейших источников витамина С для человека. Суточная потребность в аскорбиновой кислоте составляет 60-100 мг, поэтому употребление в пищу 300 г картофеля в день, обеспечивает половину потребности в этом витамине (Лифляндский В.Г. и др., 1999; Куаналиева М.К., Браун Э.Э., 2015).

Известно, что сорта картофеля отличаются различной способностью к накоплению витамина С и снижению его в период хранения. При изучении выявлена тенденция снижения аскорбиновой кислоты среди генотипов в период покоя (рисунок 4).

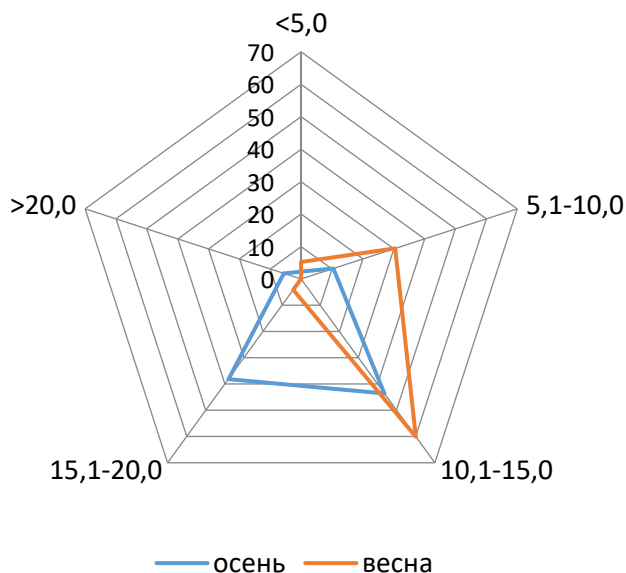


Рисунок 4 – Распределение сортов картофеля по содержанию витамина С осенью и весной, %

Содержание витамина С по коллекции осенью составило 14,8 мг/100 г, весной – 9,4 мг/100 г (в среднем потери установлены до 36,5 %). В послеуборочный период высокое количество аскорбиновой кислоты, от 15,1 до

20,0 мг/100 г, отмечено у 38,1 % сортов. Однако, весной количество образцов с данным уровнем витамина С существенно уменьшилось и составило 4,2 %.

Особый интерес представляют генотипы, способные сохранять стабильное количество витамина С в течение длительного периода хранения. В результате исследований выделены сортообразцы с высоким содержанием витамина С в клубнях осенью и весной (15,1-20,0 мг/100 г): раннеспелые – Бастион, Жуковский ранний (st), Люкс, Огниво, Памяти Кулакова, Чароит, Infinity; среднеранние – Дебют, Невский (st), Танай, Чародей, Цыганка Лора, Belmonda, Lilly, Radriga; среднеспелые – Алим, Вектор, Дачный (st), Жигулевский, Златка, Ирбитский, Тамыр, Ricarda; среднепоздние и поздние – Голубизна, Мусинский, Фиолетовый, Янтарь (st), Журавинка, Druid, Mozart, Fregata.

Изучено влияние ГТК на качественный состав клубней, в том числе на накопление витамина С. Установлено изменение количества аскорбиновой кислоты в районированных сортах в фазу клубненакопления при оптимальных условиях (ГТК 1,00-1,58) и в периоды переувлажнения (ГТК 2,62-3,12). В годы значительного переувлажнения почвы количество витамина С в среднем снижалось на 5,3-5,7 мг/100 г, что составило 33,1-55,2 % (рисунок 5).

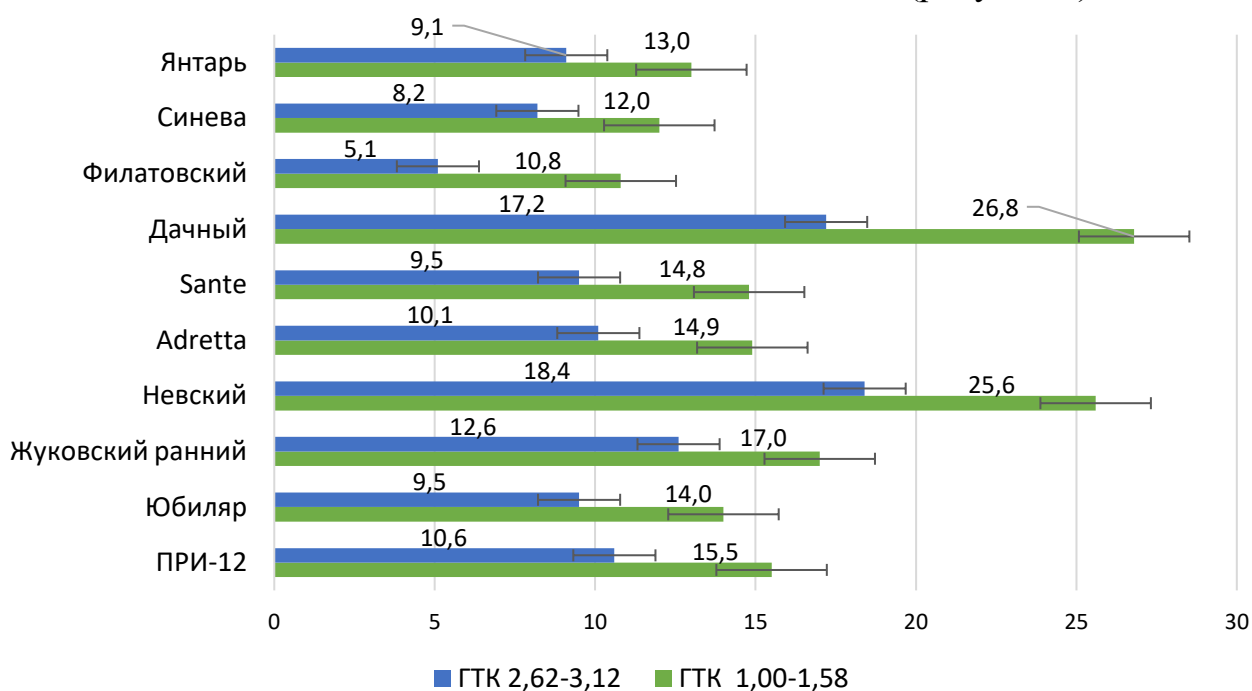


Рисунок 5 – Изменение содержания аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля в условиях оптимальной влагообеспеченности (ГТК 1,00-1,58) и переувлажнения (ГТК 2,62-3,12) в фазу клубненакопления

Уменьшение количества витамина С в клубнях в периоды переувлажнения среди изученных сортов составило от 3,8 до 9,6 мг/100 г. Наибольшее снижение данного витамина отмечено у сортов – Невский (на 7,2 мг/100 г) и Дачный (на 9,6 мг/100 г). Проведенные исследования позволили определить отрицательное

влияние чрезмерного выпадения осадков в фазу клубненакопления на содержание аскорбиновой кислоты.

3.5 Оценка сортообразцов картофеля на содержание антоцианов

Одним из перспективных направлений в селекции является создание сортов картофеля, обладающих высоким содержанием антоцианов. В пределах генетического разнообразия картофеля возможен выбор из селекционных образцов с красными, фиолетовыми и синими пигментами, которые обуславливают окраску и действуют, как антиоксиданты (Reyers L. et al., 2005; Ezekiel R. et al., 2013; Симаков Е.А. и др., 2020). Красная и фиолетовая мякоть клубня содержат антоцианы: пеларгонидин, мальвидин, петунидин, пеонидин и дельфинидин, которые обеспечивают окраску тканям (Brown C.R. et al., 2008).

Исследовано качественное и количественное содержание антоцианов в растениях картофеля с пигментированной кожурой и мякотью клубня. В результате идентифицированы различные вещества: в клубнях – 7 антоцианов (дельфинидин-3-глюкозид, дельфинидин-3-рамнозил-5-глюкозид, петунидин-3-глюкозид, мальвидин-3-глюкозид, цианидин-3-глюкозид, цианидин-3-рамнозил-5-глюкозид, пеларгонидин-3-глюкозид), листьях – 11 (петунидин-3-арабинозид, петунидин-3-глюкозид, петунидин-3-галактозид, мальвидин-3-глюкозид, мальвидин-3-арабинозид, пеонидин-3-галактозид, пеонидин-3-глюкозид, цианидин-3-арабинозид, цианидин-3-глюкозид, пеларгонидин-3-глюкозид, дельфинидин-3-глюкозид), соцветиях – 2 (пеонидин-3-кумароил глюкозид и цианидин-3-кумароил глюкозид).

Исследованиями выделены генотипы с высоким содержанием суммарного количества антоцианов в различных органах растений. Установлено, что генотипы с окрашенными клубнями имели более высокое количество антоцианов в соцветиях, листьях и клубнях. Сорта с желтыми клубнями характеризовались незначительным содержанием данных веществ в органах (таблица 6).

Количество антоцианов изменяется от окраски клубней. Отмечено, что в листьях и клубнях генотипов с желтым и кремовым цветом кожуры обнаружено наименьшее содержание данных веществ (<0,5-8,6 мг/кг), при этом в соцветиях детектированы следы антоциановых компонентов. Группа сортов с розовой и красной кожурой клубня отличилась наличием антоцианов в пределах 6,1-320,3 мг/кг в разных частях растений. Максимальное их количество выявлено в листьях сорта Кузнечанка. Наибольший интерес представляют сортообразцы с фиолетовой и сине-фиолетовой окраской кожуры, которые характеризовались повышенным содержанием антоцианов в пределах: 348,4-632,2 мг/кг в соцветиях, 256,5-434,0 мг/кг – листьях, 137,7-223,3 мг/кг – клубне.

Таблица 6 – Сортообразцы картофеля с высоким содержанием антоцианов в различных органах растений в зависимости от окраски кожуры ($n = 3$, $M \pm t_{0,05}^{1/2} SEM$, 2018-2021 гг.)

Сортообразец	Содержание антоцианов, мг/кг		
	соцветие	лист	клубень
<i>желтая и кремовая окраска кожуры</i>			
Янтарь, st	<0,5	8,6±0,1	1,8±0,1
Метеор	<0,5	<0,5	2,9±0,1
Vitesse	<0,5	<0,5	0,9±0,1
Криница	<0,5	1,3±0,1	2,1±0,1
<i>розовая и красная окраска кожуры</i>			
Матушка	6,1±0,1	125,6±0,3	24,0±0,1
Журавинка	218,4±0,3	120,3±0,2	36,8±0,1
Манифест	274,3±0,3	75,1±0,2	113,1±0,2
Кузнечанка	82,0±0,1	320,3±0,3	92,2±0,2
<i>фиолетовая и сине-фиолетовая окраска кожуры</i>			
Василек	632,2±0,5	434,0±0,4	195,0±0,3
Фиолетовый	501,1±0,5	375,1±0,3	204,0±0,3
Черный принц	405,4±0,4	370,0±0,4	183,1±0,3
При-15-12-14 Purple potato × Манифест	348,4±0,4	365,7±0,4	137,7±0,5
При-14-52-2 Ломоносовский × Purple potato	434,2±0,4	256,5±0,3	223,3±0,5

Установлена существенная положительная корреляционная связь между розовой и красной окраской кожуры и содержанием пеларгонидин-3-глюкозида. На основе полученных результатов разработан «Способ отбора сортообразцов картофеля с повышенным содержанием антоцианов» (патент на изобретение (№2723406, дата регистрации 11.06.2020 г., дата приоритета 09.12.2019 г.). Отбор образцов проводят в фазу массового цветения с красно-фиолетовой окраской венчика соцветия, которая свидетельствует о повышенном содержании пеларгонидин-3-глюкозида в клубнях.

Таким образом, окраска кожуры клубня (розовая, темно-розовая, сине-фиолетовая, фиолетовая) может использоваться в качестве диагностического признака в селекции при создании диетических сортов с повышенным содержанием антоцианов.

Исследованиями установлена положительная связь между наличием антоциановой окраски средней жилки листьев и окраской кожуры клубней с суммарным количеством антоцианов (таблица 7).

В результате исследований выявлено, что группа генотипов картофеля с листьями, у которых отсутствует антоциановая окраска средней жилки, содержали незначительное количество антоцианов в листьях и клубнях (от <0,5 до 42,0 мг/кг и <0,5-2,9 мг/кг соответственно). При этом отмечена существенная положительная корреляционная связь ($r = 0,78$). Сорты со слабой антоциановой окраской листьев преимущественно имели клубни с розовой и красной пигментацией. Коэффициент корреляции у генотипов со слабой антоциановой

окраской листа имел значение в пределах 0,84. Большинство сортообразцов с фиолетовыми и сине-фиолетовыми клубнями характеризовались сильно окрашенной жилкой листа и максимальным количеством антоцианов в листьях – 245,1 мг/кг и клубнях – 195,3 мг/кг. У таких образцов выявлена высокая положительная корреляционная связь между признаком наличия антоцианового пигмента в листьях и клубнях ($r=0,82-0,86$).

Таблица 7 – Коэффициент корреляции и суммарное количество антоцианов в листьях и клубнях картофеля ($n = 3$, $M \pm t_{0,05} \frac{1}{2} SEM$, 2018-2021 гг.)

Окраска органа растений	Суммарное количество антоцианов, мг/кг		Коэффициент корреляции (r)	V, %
	lim	X		
Клубень:				
- желтая и кремовая	< 0,5-2,9	1,7±0,1	0,75±0,02	6,2
- розовая и красная	3,2-108,7	106,7±0,2	0,80±0,04	10,2
- фиолетовая и сине-фиолетовая	115,4-223,3	195,3±0,3	0,82±0,03	5,3
Лист*:				
- отсутствует	< 0,5-42,0	3,1±0,1	0,78±0,02	10,6
- слабая	75,1-320,3	145,4±0,3	0,84±0,04	9,3
- сильная	186,3-434,0	245,1±0,4	0,86±0,04	5,7
$p < 0,01$				

Примечание: * - антоциановая окраска средней жилки верхней стороны

Установлено, что окраска листьев может служить дополнительным диагностическим признаком в отборе сортообразцов на первых этапах селекции картофеля при ранней фазе вегетации, когда появляются первые настоящие листья у растений (массовые всходы). На основании полученных данных разработан «Способ отбора образцов картофеля с повышенным содержанием суммарного количества антоцианов» (патент на изобретение (№2774184, дата регистрации 16.06.2022 г., дата приоритета 25.11.2021 г.). Метод позволяет отбирать образцы с пигментированными листьями и повышенным количеством антоцианов в фазу всходов растений (на 20-25 дни после посадки).

Проведенные исследования позволили выделить сорта-источники с повышенным содержанием антоцианов: Василек, Журавинка, Кузнечанка, Манифест, Матушка, Фиолетовый, Черный принц, При-15-12-14 Purple potato × Манифест, При-14-52-2 Ломоносовский × Purple potato, которые включены в схему гибридизации с целью получения ценных форм. С участием отмеченных сортов-источников получено 89 гибридных комбинаций, из них отобрано в питомник конкурсного сортоиспытания три гибрида: При-15-12-23 Purple potato × Манифест, При-15-15-7, При-15-15-5 (Аспия × Qusto) × Манифест. Отцовской формой выступил сорт с красной кожурой клубня Манифест. Сортообразец При-15-12-23 выделился наибольшим содержанием антоцианов в кожуре и мякоти – 292,6 и 144,7 мг/кг соответственно. Определен основной антоциан в тканях трех

гибридов –пеларгонидин-3-глюкозид, который отвечает за розовую окраску кожуры и мякоти.

Таким образом, исследованиями установлены существенные положительные корреляционные связи между окраской листа и клубня. Разработанные способы отбора применяются при оценке исходного материала с целью выделения сортообразцов с высоким количеством антоцианов в селекции на качественные показатели.

3.6 Сравнительный анализ столовых качеств сортов картофеля

К потребительским качествам картофеля относятся как морфологические, так и столовые характеристики (вкус, разваримость, консистенция, мучнистость и водянистость мякоти, потемнение мякоти сырых и варёных клубней).

Анализ столовых качеств сортов различных групп спелости показал, что генотипы среднеспелого, среднепозднего и позднего сроков созревания по вкусу, разваримости, мучнистости (8,0-8,5 баллов) и отсутствию водянистости показали результаты выше, чем раннеспелые и среднеранние сортообразцы, в среднем на 0,9-1,7 баллов. При этом, установлена высокая изменчивость данных признаков среди изученной выборки ($V = 14,3-16,0 \%$). Отмечено, что все образцы имели приятный запах мякоти клубней при варке (7,0-7,5 баллов). Генотипы раннего, среднераннего сроков спелости отличились нежной и мягкой консистенцией клубней (7,5-8,3 баллов).

Выявлено влияние погодных условий во время вегетации растений на органолептические качества клубней при определении дегустационных характеристик генотипов картофеля. Отмечена зависимость изменения окраски сырой и вареной мякоти от количества осадков за вегетационный период картофеля (рисунок 6).

В результате исследований в годы с обильным выпадением осадков (530,3-774,3 мм) за вегетационный период и их чередованием с засухливостью, отмечено сильное окрашивание мякоти клубней (3,0-4,0 балла). В годы с оптимальной суммой осадков (321,0-388,3 мм) установлено незначительное потемнение мякоти или отсутствие его проявления.

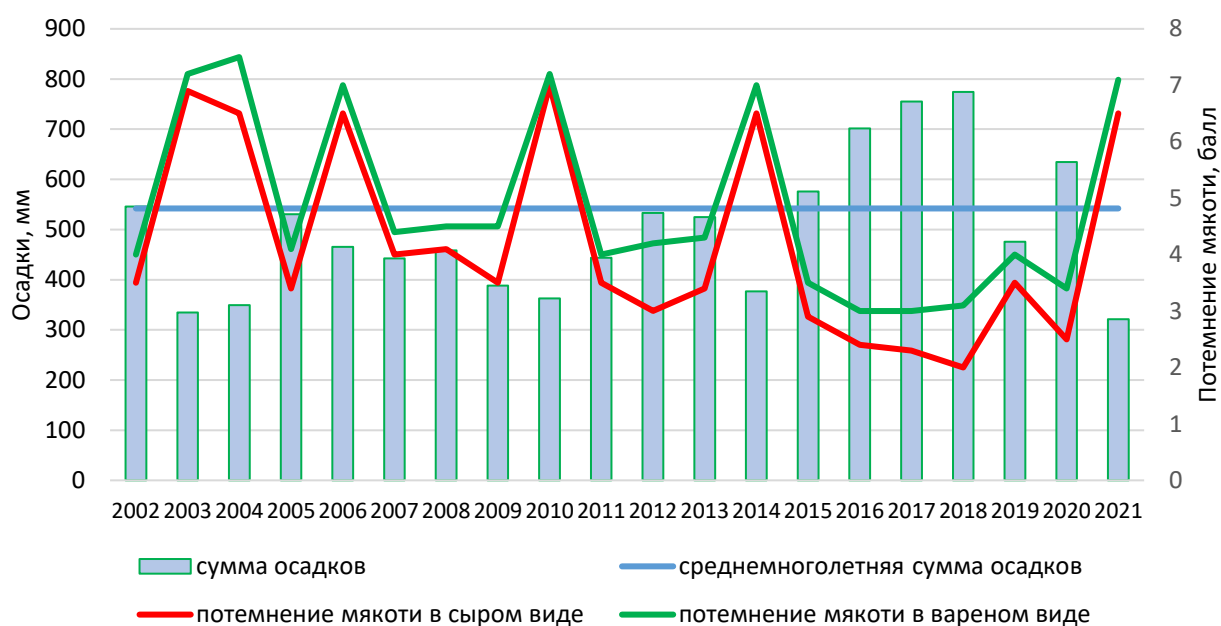


Рисунок 6 – Сумма осадков за вегетационный период и потемнение мякоти клубней сортов картофеля через 24 часа (2002-2021 гг.)

Оценка органолептических признаков клубней сортообразцов картофеля позволила выделить генотипы различных групп спелости с высокими показателями в комплексе:

- с максимальным баллом по вкусовым показателям осенью и весной (8,5-9,0 баллов) – Альпинист, Ирбитский, Мусинский, Синева (st), Adretta (st), Agria, Dalco, Elan, Guliver, Karlena;

- с нетемнеющей мякотью в сыром и вареном виде (7,0-9,0 баллов) и хорошим вкусом (7,0-7,5 баллов) – Алмаз, Аспия, Вад, Весна белая, Ветразь, Калинка, Колымский, Крепыш, Ласунак, Нарочь, Очарование, Памяти Кулакова, Рагнеда, Рождественский, Свитанок киевский, Синева (st), Скороплодный, Филатовский (st), Янтарь (st), Agria, Barbara, Desiree, Lady Rosetta.

Выделенные генотипы использованы в селекционных программах, с их участием получены ценные гибридные комбинации и сорта.

3.7 Сортовые различия лежкоспособности клубней

Основными показателями, характеризующими лёжкость картофеля, являются потери при хранении, которые складываются из естественной убыли массы, абсолютной гнили и ростков.

Установлено, что сортообразцы из групп раннего и среднераннего срока созревания выходят из состояния покоя раньше, чем позднеспелые сорта. Разница составила в среднем 12-17 суток. Высокая температура во время вегетации растений картофеля способствует сокращению периода покоя при хранении образцов. Отмечено, что в годы с суммой активных температур (+10 °С), в пределах 2616-2802 °С, период покоя завершался у раннеспелых образцов через 165-171 суток, а у позднеспелых через – 190-210 суток. В то время, как в

годы с суммой активных температур на уровне среднемноголетних значений, в пределах (2541-2590 °С), выход из состояния покоя картофеля сортов различных групп спелости был продолжительнее, в среднем на 12-20 суток.

Наибольший выход полноценного картофеля (92,3-95,3 %) отмечен у следующих сортов: раннеспелые – Красная горка, Легенда, Anosta; среднеранние – Евгения, Ильинский; среднеспелые – Алиса, Лазарь, Рапсодия, Ручеёк, Скарб, Спарта, Спиридон, Ibis; среднепоздние и поздние – Казачок, Brage, Costella, Hermes, Frila, которые рекомендуются для селекции, как источники хорошей лежкоспособности.

3.8 Исходный материал для селекции картофеля на устойчивость к вирусным заболеваниям, бледной картофельной нематоде *Globodera pallida* (Stone) Behrens, золотистой цистообразующей нематоде картофеля *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens и раку картофеля *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.

В работе изучены сортообразцы картофеля на наличие генов устойчивости к вирусам PVX и PVY, вредителям – бледной картофельной нематоде и золотистой цистообразующей нематоде (ЗКН), раку картофеля с целью выявления источников с генетической резистентностью к данным патогенам и вредителям. В качестве позитивных контролей использовали ДНК сортов картофеля, имеющие маркеры искомым генов – Метеор, Жуковский ранний, Юбиляр и Вектор (таблица 9).

Таблица 9 – Анализ сортообразцов картофеля на наличие генов устойчивости к вирусным заболеваниям (*Ry_{sto}*, *Rx1*) бледной картофельной нематоде (*Gpa2*), золотистой цистообразующей нематоде (*H1*) и раку картофеля (*Sen1*) (2018-2021 гг.)

Ген устойчивости	Сортообразец
<i>Gpa2, H1</i>	Гулливёр, Королева Анна, Fresco, Gala, Impala, Lilly, Red Lady, Sesura
<i>Rx1, Gpa2</i>	Августин, Вектор, Дачный, Казачок, Янтарь
<i>H1, Sen1</i>	При-16-08-1 Мусинский × Смак, При-17-04-1, При-17-04-6 Ирбитский × Adretta, При-16-38-5 Sante × Смак, При-15-7-31, При-15-7-16 Ирбитский × Смак, При-15-18-6 Ручеёк × Аврора
<i>Rx1, Gpa2, H1, Sen1</i>	Жуковский ранний, Журавинка, Смак, Юбиляр, Bellarosa, Laperla, Red Scarlet, Sante, гибриды* При-16-06-1, Наяда × Смак, При-16-16-3 Колобок × Смак, При-16-13-4, При-16-13-7 Утро × Смак, При-16-41-10, При-16-41-11, При-16-41-12, При-16-41-14 Янтарь × Смак, гибрид** К-16-6-7 Жуковский ранний × Вулкан, При-16-08-8 Мусинский × Смак
<i>Ry_{sto}, Rx1, H1, Sen1</i>	При-16-16-3 Колобок × Смак
<i>Ry_{sto}, Rx1, Gpa2, H1, Sen1</i>	Метеор

Примечание – знаком «*» обозначены гибриды селекции ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»; «**» – гибриды селекции ФГБНУ Камчатский НИИСХ

Исследованиями выделены ценные сорта с наибольшим набором генов устойчивости (*Rx1*, *Gpa2*, *H1*, *Sen1*): Журавинка, Смак, Bellarosa, Laperla, Red Scarlet, Sante, которые использовались в скрещиваниях. В итоге гибридизации, с участием сортов Жуковский ранний, Ирбитский, Колобок, Смак, Янтарь получены гибриды, у которых идентифицированы гены устойчивости к фитопатогенам и вредителям в комплексе.

В результате отмечена группа генотипов, имеющие четыре гена в совокупности (*Rx1*, *Gpa2*, *H1*, *Sen1*): При-16-06-1, Наяда × Смак, При-16-16-3 Колобок × Смак, При-16-13-4, При-16-13-7 Утро × Смак, При-16-41-10, При-16-41-11, При-16-41-12, При-16-41-14 Янтарь × Смак, К-16-6-7 Жуковский ранний × Вулкан, При-16-08-8 Мусинский × Смак. Выделен перспективный гибрид При-16-16-3 Колобок × Смак, который унаследовал ген устойчивости к Y-вирусу от материнской формы Колобок и остальные гены от отцовской формы Смак. Полученный исходный материал используется в селекции для получения сортов, устойчивых к фитопатогенам и вредителям.

3.9 Сорта-источники с комплексом хозяйственно ценных признаков.

Для селекции картофеля и практических целей важное значение имеют образцы, которые по результатам исследований обладают комплексом хозяйственно ценных признаков. В результате исследований выделено 78 сортов с тремя и более ценными признаками в комплексе (продуктивность 1000 г/куст и более, раннее формирование товарной продуктивности на 60-й день после посадки 400-500 г/куст и выше, низкокрахмалистость 10,0 % и менее, высокое содержание белка (2,00 % и более) и антоцианов (70 мг/кг и более), отличные столовые качества (вкус, потемнение мякоти 8,0-9,0 баллов), хорошая лежкость (выход полноценного картофеля 90,0 % и более), наличие генов устойчивости *Ry^{sto}*, *Rx1*, *H1*, *Gpa2*, *Sen1*.

Наибольшее количество признаков (7-11) в совокупности выявлено у сортов: Дачный, Жуковский ранний, Колымский, Крепыш, Метеор, Памяти Кулакова, Утро, Gala, Laperla, Red Lady, Red Scarlet, Sante.

Отмечена группа сортов, рекомендуемая для использования в диетическом направлении: Василек, Журавинка, Колымский, Колобок, Крепыш, Кузнечанка, Манифест, Наяда, Памяти Кулакова, Повінь, Фаворит, Фиолетовый, Цыганка Лора, Чародей, Чёрный принц, Laperla, Red Scarlett. Выделенные сорта включены в схемы скрещиваний в качестве источников ценных признаков.

4 СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

4.1 Селекционная ценность гибридных комбинаций. На основе выделенных источников хозяйственно ценных признаков подобраны родительские пары и проведены целенаправленные скрещивания. Всего в 2002-

2021 гг. получено 1217 комбинаций, опылено 48673 цветка, завязалось 16072 ягоды (32,7 %), извлечено 1494343 семян. Процент удачных скрещиваний варьировал от 10,3 до 69,9 (таблица 10).

Таблица 10 – Объем гибридизации образцов картофеля в годы исследований (2002-2021 гг.)

Год скрещивания	Опылено цветков, шт.	Получено ягод		Количество семян, шт.	Количество комбинаций от скрещиваний, шт.
		шт.	%		
2002	3034	1318	43,4	107629	93
2003	2871	1468	51,1	147133	102
2004	2408	278	11,5	16917	27
2005	2328	889	38,2	94302	55
2006	3515	806	22,9	67604	56
2007	2897	1509	52,1	195393	75
2008	2595	834	32,1	29500	55
2009	1872	1066	56,9	146361	68
2010	3190	589	18,4	36661	24
2011	5216	1080	20,7	83441	67
2012	2297	523	22,8	28147	48
2013	1325	425	10,3	12365	64
2014	1546	679	43,9	49511	86
2015	2272	640	28,2	47525	71
2016	1390	693	49,9	92781	42
2017	1330	148	11,1	8536	42
2018	1905	230	12,1	16170	57
2019	2258	1579	69,9	178977	56
2020	2347	761	32,4	97776	71
2021	2077	557	26,8	37614	58
Всего:	48673	16072	32,7*	1494343	1217

Примечание: * - процент удачных скрещиваний в среднем

Процент удачных скрещиваний зависит от ряда факторов – погодных условий, способности генотипа к цветению, бутано- и ягодообразованию, фертильности пыльцы и т.д. Наибольший процент результативных скрещиваний (50,0 и более) получен в годы – 2003, 2007, 2009, 2019. В ряде лет (2004, 2013, 2017, 2018) процент удачных скрещиваний был в пределах 10,3-12,1.

Количество полученных гибридных комбинаций варьировало от 24 до 102. В 2003 г. отмечен самый высокий выход гибридных комбинаций – 102 шт. За годы изучения создано 1217 комбинаций, из них отобрано 351 ценных генотипов. Гибридные комбинации картофеля испытываются по схеме селекционного процесса в ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки».

Перспективные гибриды проходят экологическое испытание в Камчатском крае. За период 2008-2022 гг. в ФГБНУ Камчатский НИИСХ передано 5095 одноклубневок по 174 гибридным комбинациям.

4.2 Оценка гибридов конкурсного сортоиспытания по основным хозяйственно ценным признакам. Селекционная ценность комбинаций скрещиваний определяется по количеству перспективных гибридов конкурсного

испытания. Ежегодно в питомниках конкурсного сортоиспытания исследуется 18-34 гибрида. Целенаправленный отбор на продуктивность и адаптивность, проводимый при оценке генотипов позволил, выделить перспективные гибриды (таблица 11).

Таблица 11 – Характеристика гибридов картофеля конкурсного сортоиспытания (среднее за 2019-2021 гг.)

Сорт, гибрид	Вегетационный период, суток	Продуктивность на 60-й день после посадки, г/куст	Урожайность, т/га	Крахмал, %	Витамин С, мг/100 г	Вкус, балл	Лежкость, %
Янтарь, st	120	210	29,4	12,4	12,8	7,0	89,9
При-12-18-7 Лакомка × Фермер	101	570	23,7	21,3*/ 20,1**	20,6*/ 9,1**	7,0*/ 5,0**	75,2
148 11/2 111-1 Раја × Жуковский ранний	104	340	26,8	14,8/13,9	16,5/11,7	5,0/5,0	80,2
При-14-52-2 Ломоносовский × Purple potato	100	510	31,9	17,9/16,7	25,5/13,1	7,0/7,0	83,1
К-16-10-1 Буряк × Вулкан	108	410	32,6	18,7/17,9	17,3/8,3	8,2/7,0	81,2
Моряк (При-08-11-1 Росинка × Жаворонок)	103	520	34,4	14,5/12,6	20,3/15,6	8,0/7,0	92,1
Орион (При-14-4-2 Очарование × Gala)	105	650	40,3	18,9/16,5	21,5/19,4	8,5/8,0	89,8
Посейдон (При-14-36-3 Ручеек × Gala)	115	550	45,9	15,5/13,5	18,9/12,4	7,5/7,0	88,2
НСР ₀₅		26	3,4	2,4	1,6		

Примечание: * - показатели осенью; ** - весной

Вегетационный период выделенных образцов варьировал в пределах 100-115 дней, что свойственно для среднепоздних сортообразцов. Отмечены генотипы, которые способны формировать раннюю продуктивность 500 г/куст и более: При-12-18-7, При-14-52-2, Моряк, Орион и Посейдон. Урожайность изученных гибридов находилась в пределах от 23,7 до 45,9 т/га. Наибольшими показателями по урожайности отличились сортообразцы Посейдон – 45,9 т/га и Орион – 40,3 т/га. Лежкоспособность образцов в течение 7-8 месяцев составила 75,2-92,1 %. Выделены генотипы с высоким содержанием аскорбиновой кислоты (20,0 мг/100 г и более) – При-12-18-7, При-14-52-2, Моряк и Орион. Хорошим вкусом в течение всего периода хранения характеризовались: При-14-52-2, К-16-10-1, Моряк, Орион и Посейдон.

Высокопродуктивные гибриды Моряк, Посейдон и Орион переданы в Государственное сортоиспытание.

4.3 Характеристика новых и перспективных сортов картофеля. В результате многолетней селекционной работы получены новые и перспективные сорта, обладающие высоким потенциалом продуктивности и адаптивностью к условиям муссонного климата Дальневосточного региона, характеризующиеся стабильностью проявления признаков в различные годы испытаний (таблица 12).

Таблица 12 – Сорта картофеля селекции ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»

Показатель	Янтарь, st	Смак	Казачок	Августин	Моряк	Посейдон	Орион
Урожайность, т/га	29,4	31,5	31,0	31,5	34,4	45,9	40,3
Товарность, %	88,9	90,0	92,0	90,1	92,1	90,1	88,1
Масса товарного клубня, г	149,7	149,2	150,0	145,0	140,0	140,0	120,0
Сухое вещество, %	19,0	22,1	21,7	21,3	21,0	20,1	21,2
Крахмал, %	12,4	15,6	14,7	15,8	14,5	15,5	18,9
Протеин, %	1,40	1,25	1,42	1,56	1,41	1,68	1,35
Витамин С, мг/100 г	12,8	13,6	15,1	11,5	20,3	18,9	21,5
Вкус, балл	7,0	9,0	8,5	8,0	8,0	7,5	8,5
Потемнение мякоти в сыром виде, балл	7,0	8,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Разваримость, балл	6,5	7,5	7,0	7,5	7,5	7,5	7,5

Полученные сорта выведены методом межсортовой гибридизации с последующим индивидуальным отбором с использованием выделенных источников ценных признаков.

Сорт Смак – происхождение Петербургский × Шурминский. Среднепоздний. Средняя урожайность – 31,5 т/га, масса товарного клубня 132,0-180,3 г. Содержание крахмала – 15,6 %. Мякоть жёлтая (не темнеющая в варёном и слабо темнеющая в сыром виде), разваривается умеренно. Включён в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений и Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2016 г.

Сорт Казачок – происхождение Янтарь × Скороплодный. Среднепоздний. Средняя урожайность – 31,0 т/га, масса товарного клубня 150,0 г. Содержание

крахмала – 14,7 %. Мякоть жёлтая, разваривается умеренно. Включён в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений и Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 2017 г.

Сорт Августин – происхождение Янтарь × Альпинист. Среднеспелый. Средняя урожайность – 31,5 т/га, масса товарного клубня 145,0 г. Содержание крахмала – 15,8 %. Сорт Августин обладает комплексом хозяйственно ценных признаков и используется в качестве родительской формы в селекции. Включён в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений в 2018 г.

Сорт Моряк – происхождение Росинка × Жаворонок. Среднеспелый. Средняя урожайность – 34,4 т/га, масса товарного клубня 140,0 г. Содержание крахмала – 14,5 %. В 2021 г. передан на Государственное сортоиспытание.

Сорт Посейдон – происхождение Ручеёк × Gala. Среднеспелый. Средняя урожайность – 45,9 т/га, масса товарного клубня – 140,0 г. Содержание крахмала – 15,5 %. Сорт отличается достаточно высоким количеством витамина С в мякоти – 18,9 мг/100 г. В 2022 г. передан на Государственное сортоиспытание.

Сорт Орион – происхождение Очарование × Gala. Среднеранний. Средняя урожайность – 40,3 т/га, масса товарного клубня – 120,0 г. Содержание крахмала – 16,5 %. Новый сорт характеризуется высоким количеством аскорбиновой кислоты в мякоти клубня – 21,5 %. В 2022 г. передан на Государственное сортоиспытание.

5 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ОРИГИНАЛЬНОГО СЕМЕНОВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ

5.1 Использование методов биотехнологии для оздоровления картофеля

В ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» к оздоровлению сортов приступили с 2018 г. Для процедуры оздоровления в качестве объектов исследований были использованы сорта Августин и Моряк (ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»). Исследования выполнялись в лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии Центра. В эксперименте исходный материал клубней отбирался в полевых условиях из внешне здоровых кустов. Требования, предъявляемые к материалу, намеченному к отбору: растение – типичное по морфологическому строению для данного сорта, абсолютно здоровое по внешнему виду, нормально развитое, с характерным для сорта количеством стеблей. Клубни – типичные по морфологическим признакам для данного сорта без признаков веретеновидности, здоровые по визуальной оценке (Овэс Е.В., Гаитова Н.А., 2017).

Для оздоровления растений картофеля сорта Августин от вирусов использовали сочетание методов культуры ткани с химиотерапией (рибавирин). Оздоровленные растения *in vitro* сорта Августин были протестированы на скрытую заражённость вирусами: Y (PVY), X (PVX), S (PVS), M (PVM), L (PLRV) методами ИФА и ПЦР.

В процессе оздоровления сорта Моряк использовали метод культуры ткани *in vitro* с химиотерапией, применяя противовирусные препараты рибавирин (концентрация 0,02-0,03%) и хитозан (0,01-0,1%). Проростки исходных клубней и микрорастения тестировали методами ИФА и количественным методом ПЦР анализа ($\Delta\Delta$ Ct) на скрытую заражённость хозяйственно значимыми вирусами: PVX, PVY, PVA, PVS, PVM, PLRV (рисунок 7).

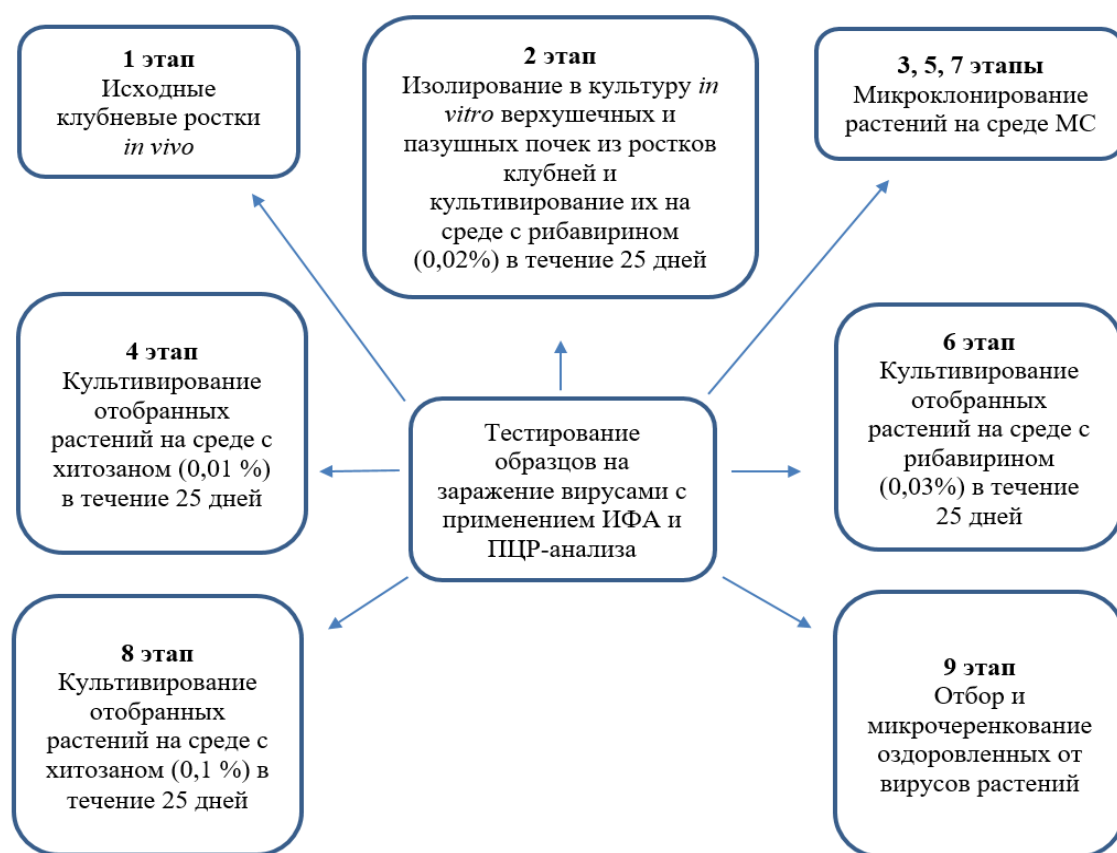


Рисунок 7 – Схема оздоровления сорта картофеля Моряк с применением ИФА и ПЦР-анализа

В результате исследований разработана схема по высвобождению картофеля от хозяйственно значимых вирусов, состоящая из 9-ти этапов. Установлено, что последовательное увеличение концентрации противовирусных препаратов рибавирина (с 0,02 до 0,03 %) и хитозана (с 0,01 до 0,1 %) является эффективным приемом в оздоровлении микрорастений.

В настоящее время проводится работа по оздоровлению перспективных сортов Орион и Посейдон.

5.2 Производство оригинальных семян картофеля в ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки». ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» является основным научным учреждением на Дальнем Востоке, где ведется оригинальное семеноводство картофеля на безвирусной основе. Работа по семеноводству регламентируется ГОСТ 33996-2016. За 2012-2022 гг. были усовершенствованы следующие элементы технологического процесса производства оригинального семенного картофеля в ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»:

- приобретение микрорастений в Банке здоровых сортов картофеля в ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А. Г. Лорха» и их микрклональное размножение в лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»;

- оздоровление сортов селекции Центра через меристему растений в лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии и их микрклональное размножение;

- посадка растений *in vitro* производится в весенне-летние теплицы для получения мини-клубней. Выращивание данного материала проводится в строгом соблюдении защитных мероприятий против вредителей-переносчиков вирусов и грибных болезней;

- посадка мини-клубней в питомниках семеноводства для получения материала высших категорий (первое полевое поколение и супер-суперэлита).

По усовершенствованной схеме семеноводства Центр ежегодно производит 5000-9000 растений *in vitro*, 45-55 тыс. штук мини-клубней, 20-30 т первого полевого поколения, 50-70 т супер-суперэлита, что достаточно для обеспечения качественным семенным материалом Приморского края и других регионов Дальнего Востока.

Сорта Казачок и Смак включены в схему оригинального семеноводства и возделываются в сельскохозяйственных организациях и личных подсобных хозяйствах Дальневосточного региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Увеличение производства картофеля в Дальневосточном регионе может быть успешно решено путём создания новых конкурентоспособных сортов с использованием высокопродуктивных источников, обладающих комплексом хозяйственно ценных признаков, адаптированных для возделывания в условиях муссонного климата.

2. Анализ агрометеорологических условий за вегетационный период картофеля показал существенные изменения во влагообеспеченности растений.

Установлено, что два года из пяти лет характеризуются чрезмерным выпадением осадков по сравнению со среднемноголетними значениями. Вследствие тайфунов и тропических циклонов, в период активного клубненакопления растений картофеля, отмечено сильное переувлажнение почвы (ГТК = 2,62-3,12), что приводит к снижению урожайности (в среднем на 20-50 %) и качества клубней сортообразцов.

3. В результате изучения 825 генотипов различного эколого-географического происхождения и групп спелости, выделены сорта-источники с высокими показателями товарности, пластичности, стабильности, гомеостатичности и селекционной ценности, способные сформировать 1000 г/куст и более в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока: Арктика, Бастион, Жуковский ранний, Зоя, Казачок, Камчатка, Колымский, Крепыш, Лиляя, Памяти Кулакова, Удача.

4. Установлено, что раннее накопление хозяйственно значимой продуктивности на 60-й день после посадки характерно не только для раннеспелых сортов, но и для образцов с более поздней физиологической спелостью. Выявлены сорта с продуктивностью (400-500 г/куст и более): раннеспелые – Жуковский ранний, Метеор, Latona; среднеранние – Зоя, Шурминский, Venimar; среднеспелые – Росинка, Ручеёк, Planta; среднепоздние и поздние – Альпинист, Голубизна, Aster, DDR I/678050, Simphonia.

5. Установлено, что окраска листьев может служить диагностическим признаком при отборе сортообразцов на первых этапах селекции картофеля при ранней фазе вегетации (массовые всходы растений). Определена существенная положительная корреляционная связь ($r = 0,80$) между розовой и красной окраской кожуры с повышенным содержанием пеларгонидин 3-глюкозида (63-95 мг/кг).

6. Выделены сорта-источники повышенного содержания антоцианов в клубнях (70,0 мг/кг и более): Василек, Журавинка, Кузнечанка, Манифест, Матушка, Фиолетовый, Черный принц, При-15-12-14 Purple potato × Манифест, При-14-52-2 Ломоносовский × Purple potato, которые включены в схему гибридизации. На основе выделенных образцов получены гибриды, характеризующиеся многокомпонентным составом антоцианов (пеларгонидин-3-глюкозид, дельфинидин-3-глюкозид, петунидин-3-арабинозид): При-15-12-23 Purple potato × Манифест, При-15-15-7, При-15-15-5 (Аспия × Qusto) × Манифест.

7. В качестве источников устойчивости к фитопатогенам и вредителям рекомендуется использовать сорта с наибольшим набором генов (*Rx1*, *Gpa2*, *H1*, *Sen1*): Журавинка, Смак, Bellarosa, Laperla, Red Scarlet, Sante.

8. Для создания сортов диетического направления (низкокрахмалистость, высокое содержание витамина С, белка и антоцианов) рекомендуется

использовать сорта-источники: Василек, Журавинка, Колымский, Колобок, Крепыш, Кузнечанка, Манифест, Наяда, Памяти Кулакова, Повінь, Фаворит, Фиолетовый, Цыганка Лора, Чародей, Чёрный принц, Laperla, Red Scarlett.

9. В результате исследований выделены генотипы с комплексом хозяйственно ценных признаков (продуктивность, пластичность и стабильность, раннее образование товарной продукции, биохимические показатели, устойчивость к болезням и вредителям): Дачный, Жуковский ранний, Колымский, Крепыш, Метеор, Памяти Кулакова, Утро, Gala, Laperla, Red Lady, Red Scarlet, Sante.

10. Созданы новые сорта картофеля Смак и Казачок со средней урожайностью – 31,5 т/га, содержанием крахмала – 14,7-15,6 %, витамина С – 13,6-15,1 мг/100 г, включенные в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по 12 (Дальневосточному) региону.

11. Переданы в Государственное сортоиспытание перспективные, адаптированные к переувлажнению сорта Моряк (2021 г.), Орион (2022 г.) и Посейдон (2022 г.), со средней урожайностью – 34,4-45,9 т/га, содержанием крахмала – 14,5-18,9 %, витамина С – 18,9-28,5 мг/100 г.

12. Для повышения эффективности производства высококачественного семенного материала усовершенствована схема оригинального семеноводства картофеля в условиях юга Дальнего Востока. Применены методы биотехнологии (выделение апикальной меристемы и химиотерапия) при оздоровлении сортов Августин и Моряк. Получен исходный материал, свободный от вирусов, с применением методов ИФА и ПЦР. Новые и перспективные сорта включены в схему производства семенного материала.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА

1. Для условий юга Дальнего Востока в селекционных программах рекомендуется использовать сорта картофеля с комплексом хозяйственно значимых признаков: раннеспелые – Антонина, Бастион, Жаворонок, Жуковский ранний, Колымский, Крепыш, Легенда, Матушка, Метеор, Огниво, Рапсодия, Скороплодный, Юбиляр, Bellarosa, Impala, Laperla, Latona, Повінь, Red Lady, Red Scarlet, Vineta, Vitesse; среднеранние – Арктика, Вад, Василек, Вулкан, Горняк, Зоя, Королева Анна, Кузнечанка, Лилея, Манифест, Невский, Патриот, Рождественский, Сказка, Сударыня, Чародей, Черный принц, Цыганка Лора, Adretta, Fauna, Gala, Ibis, Romano, Sante, Secura, 7For7; среднеспелые – Августин, Аляска, Алим, Аспия, Бриз, Волат, Дачный, Златка, Ирбитский, Колобок, Лучезарный, Надежда, Наяда, Очарование, Росинка, Ручеек, Утро, Фаворит, Фиолетовый, Фрителла, Шурминский; среднепоздние и поздние – Альпинист, Ветразь, Голубизна, Журавинка, Зарево, Казачок, Мусинский, Победа, Рагнеда, Синева, Смак, Филатовский, Mozart.

2. Для широкого внедрения в производство Дальневосточного региона рекомендуется использовать новые сорта картофеля с высокой урожайностью, адаптивностью к переувлажнению и устойчивостью к фитопатогенам, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию – Смак и Казачок.

3. Рекомендуется использовать усовершенствованную схему размножения новых и перспективных сортов картофеля с применением методов биотехнологии.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ:

1. **Ким, И.В.** Результаты сравнительной оценки российских и иностранных сортов картофеля в условиях Приморского края / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова // Труды Кубанского ГАУ. – 2015. – № 55. – С. 101-105.

2. **Ким, И.В.** Основные направления и результаты селекционно-семеноводческой работы по картофелю в Приморском НИИСХ / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова, В.П. Вознюк // Труды Кубанского ГАУ. – 2016. – № 59 – С. 177-182.

3. Барсукова, Е.Н. Оздоровление и микроразмножение *in vitro* сортов картофеля для безвирусного семеноводства / Е.Н. Барсукова, **И.В. Ким**, Т.Н. Чекушкина // Дальневост. аграр. вестн. – 2018. – № 4 (48) – С. 20-26.

4. Вознюк, В.П. Сорт картофеля Смак / В.П. Вознюк, **И.В. Ким**, Д.И. Волков // Дальневост. аграр. вестн. – 2019. – № 2 (50) – С. 6-13.

5. Мацишина, Н.В. Предварительная оценка сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции на устойчивость к картофельной двадцативосьмиточечной коровке *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motch. (Fabricius, 1975) в Приморском крае / Н.В. Мацишина, А.С. Шайбекова, Н.Г. Богинская, О.А. Собко, Д.И. Волков, **И.В. Ким** // Овощи России. – 2019. – № 6 – С. 116-119.

6. **Ким, И.В.** Состав и содержание антоцианов в диетических сортах картофеля (*Solanum tuberosum* L.), перспективных для выращивания и селекции в условиях Дальнего Востока России / И.В. Ким, Д.И. Волков, В.М. Захаренко, А.М. Захаренко, К.С. Голохваст, А.Г. Клыков // Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55, № 5. – С. 995-1003.

7. Вознюк, В.П. Сорт картофеля Казачок и его родительские формы / В.П. Вознюк, **И.В. Ким**, Д.И. Волков // Дальневост. аграр. вестн. – 2020. – № 1 (53). – С. 5-12.

8. **Ким, И.В.** Результаты использования сортов картофеля селекции ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в качестве

родительских форм / И.В. Ким, О.В. Аникина, В.П. Вознюк, Д.И. Волков // Дальневост. аграр. вестн. – 2020. – № 3 (55). – С. 35-40.

9. Мацишина, Н.В. Оценка устойчивости сортов и гибридов картофеля к *Phytophthora infestans* / Н.В. Мацишина, А.С. Дидора, О.А. Собко, **И.В. Ким**, Д.И. Волков // Овощи России. – 2020. – № 3. – С. 77-80.

10. Волков, Д.И. Оценка сортов картофеля дальневосточной селекции на переработку / Д.И. Волков, **И.В. Ким**, А.А. Гисюк, А.Г. Клыков // Вестник КрасГАУ – 2020. – № 3 (156). – С 44-51.

11. Волков, Д.И. Оценка клубней сортов картофеля на содержание редуцирующих сахаров и лежкость / Д.И. Волков, **И.В. Ким**, А.А. Гисюк, А.Г. Клыков // Дальневост. аграр. вестн. – 2021. – № 1 (57). – С. 5-13.

12. **Ким, И.В.** Особенности формирования продуктивности сортов картофеля в условиях муссонного климата / И.В. Ким, Д.И. Волков, А.Г. Клыков // Российская с.-х. наука. – 2021. – № 4. – С. 33-37.

13. Собко, О.А. Зараженность 7 сортов картофеля вирусами в полевых условиях Приморского края РФ / О.А. Собко, П.В. Фисенко, **И.В. Ким**, Н.В. Мацишина // Овощи России. – 2022. – № 1. – С. 79-85.

14. Волков, Д.И. Использование клеточного счетчика для анализа морфологических характеристик и количественной оценки крахмальных гранул различных сортов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) / Д.И. Волков, О.А. Собко, П.В. Фисенко, Н.В. Мацишина, А.А. Гисюк, **И.В. Ким**, М.В. Ермак // Овощи России. – 2022. – № 4. – С. 33-39.

15. **Ким, И.В.** Новый сорт картофеля Моряк / И.В. Ким, В.П. Вознюк, Т.О. Корнилова // Дальневост. аграр. вестн. – 2022. – № 2 (62). – С. 16-23.

16. **Ким, И.В.** Применение методов биотехнологии в безвирусном семеноводстве картофеля / И.В. Ким, Е.В. Шищенко, П.В. Фисенко, А.С. Чибизова, А.Г. Клыков // Овощи России. – 2022. – № 5. – С. 29-34.

17. Волков, Д.И. Оценка сортов картофеля на пригодность к переработке на хрустящий картофель и фри в условиях Приморского края / Д.И. Волков, **И.В. Ким**, А.А. Гисюк, А.Г. Клыков // Овощи России. – 2022. – № 5. – С. 35-42.

18. Волков, Д.И. Оценка различных сортов картофеля на пригодность к промышленной переработке и хранению в вакуумной упаковке / Д.И. Волков, **И.В. Ким**, А.А. Гисюк, А.Г. Клыков // Картофель и овощи. – 2022. – № 4. – С. 23-27.

19. Вознюк, В.П. Селекционная работа по выведению новых генотипов картофеля в условиях Приморского края / В.П. Вознюк, О.В. Аникина, **И.В. Ким** // Овощи России. – 2023. – № 3. – С. 5-9.

Авторские свидетельства и патенты:

20. Авторское свидетельство № 60837 от 13.01.2016. Картофель Смак. Заявка № 8757381 с датой приоритета 10.12.2012 г.

21. Авторское свидетельство № 65141 от 22.03.2017. Картофель Казачок. Заявка № 8558074 с датой приоритета 18.11.2014 г.

22. Авторское свидетельство № 67820 от 01.02.2018. Картофель Августин. Заявка № 8456909 с датой приоритета 13.11.2015 г.

23. Патент на селекционное достижение № 8203. Картофель Смак. Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 13.01.2016 с датой приоритета 10.12.2012 г. Авторы: Вознюк В.П., Волик Н.М., **Ким И.В.**, Ильяшик Т.М., Новоселов А.К., Новоселова Л.А.

24. Патент на селекционное достижение № 8965. Картофель Казачок. Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 22.03.2017 с датой приоритета 18.11.2014 г. Авторы: Вознюк В.П., Волик Н.М., **Ким И.В.**, Ильяшик Т.М., Новоселов А.К., Новоселова Л.А.

25. Патент на селекционное достижение № 9476. Картофель Августин. Зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений 01.02.2018 г. с датой приоритета 13.11.2015 г. Авторы: Вознюк В.П., Волик Н.М., **Ким И.В.**, Ильяшик Т.М., Новоселов А.К., Новоселова Л.А.

26. Патент на изобретение № 2723406 Российская Федерация, МПК А01Н 1/00. Способ отбора растений картофеля с повышенным содержанием антоцианов. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 11 июня 2020 г. Приоритет изобретения 09 декабря 2019 г. Авторы: **Ким И.В.**, Волков Д.И., Клыков А.Г.

27. Патент на изобретение № 2764103 Российская Федерация, МПК А01Н 1/00. Способ отбора сортов картофеля с крупными крахмальными гранулами в клетке клубня. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 13 января 2022 г. Приоритет изобретения 02 декабря 2020 г. Авторы: **Ким И.В.**, Волков Д.И., Клыков А.Г.

28. Патент на изобретение № 2774184 Российская Федерация, МПК А01Н 1/00. Способ отбора образцов картофеля с повышенным содержанием суммарного количества антоцианов. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 16 июня 2022 г. Приоритет изобретения 25 ноября 2021 г. Авторы: **Ким И.В.**, Волков Д.И., Клыков А.Г.

Публикации в Scopus:

29. **Kim, I.V.** The study of bioresource collection of potato (*Solanum tuberosum* L.) in the conditions of Primorsky Krai / I.V. Kim, D.I. Volkov, A.G. Klykov // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2020. – Vol. 547, is. 1. – 012013. DOI: 10.1088/1755-1315/547/1/012013.

30. Chekushkina, T.N. Identification of genetic markers of resistance to Potato virus Y and Golden potato cyst nematode in promising potato varieties by means of PCR / T.N. Chekushkina, P.V. Phisenko, **I.V. Kim**, T.R. Raifegerst // IOP Conf. Ser.:

Earth Environ. Sci. – 2020. – Vol. 548, is. 4. – 042028. DOI: 10.1088/1755-1315/548/4/042028.

31. **Kim, I.** Applying methods of replication and recovery of potato microplants (*Solanum tuberosum* L.) in seed production / I. Kim, E. Barsukova, P. Fisenko, T. Chekushkina, A. Chibizova, D.Volkov, A. Klykov // E3S Web Conf. – 2020. – Vol. 203: Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna (EBWFF-2020). – Article Number 02003, Number of page(s) 9.

32. **Kim, I.V.** Methods of biotechnology in the improvement of promising potato hybrids (*Solanum tuberosum* L.) / I.V. Kim, A.S. Chibizova, E.V. Shischenko, P.V. Fisenko, T.N. Chekushkina, E.N. Barsukova, D.I. Volkov, A.G. Klykov // Research on Crops. – 2021. – Vol. 22, Special Issue. – P. 96-99. DOI: 10.31830/2348-7542.2021.023.

33. **Kim, I.** Study of anthocyanins in tubers of potato hybrids (*Solanum Tuberosum* l.) of Primorsky krai Selection / I. Kim, V. Vozniuk, D. Volkov, A. Klykov // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 353 – P. 113-121. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8.

34. Fisenko, P.V. Screening of potato Cultivas (*Solanum Tuberosum* L.) and Identification of Markers of Resistance Genes to PVX, PVY, Globodera Pallida and Globodera Rostochiensis / P.V. Fisenko, O.A. Sobko, **I.V. Kim**, N.V. Matsishina, D.I. Volkov // Lecture Notes in Networks and System. – 2022. – Vol. 353. – P. 1-8. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8

35. Volkov, D.I. Comparative Evolution of Different Potato varieties for their suitability for starch Processing / D.I. Volkov, **I.V. Kim**, A.G. Klykov, N.V. Matsishina // Lecture Notes in Networks and System. – 2022. – Vol. 353. – P. 443-450. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8.

36. Sobko, O.A. Phytoviruses in the potato field tripartite agroecosystem / O.A. Sobko, N.V. Matsishina, P.V. Fisenko, **I.V. Kim**, N.G. Boginskay // Lecture Notes in Networks and System. – 2022. – Vol. 353. – P. 434-442. DOI: 10.1007/978-3-030-91402-8.

Публикации в других изданиях:

37. **Ким, И.В.** Результаты изучения сортов картофеля по продуктивности и некоторым потребительским качествам в Приморском крае // Аграрная наука и образование в реализации национального проекта "Развитие АПК" : материалы Всерос. науч.-практич. конф., 22-24 ноября 2006 г. – Ульяновск : ГСХА, 2006. – Ч. 1. – С. 63-65.

38. **Ким, И.В.** Продуктивность и потребительские качества сортов картофеля в Приморском крае // Інноваційні напрямки наукової діяльності молодих вчених в галузі рослинництва : збірник тез. III-ої Міжнародної наукової конференції молодих вчених (20-22 червня 2006 р.) / Інститут рослинництваім. В.Я. Юр'єва. – Харків, 2006. – С. 39-41.

39. **Ким, И.В.** Хозяйственно-биологические признаки и биохимические показатели сортов картофеля в Приморском крае // Актуальные проблемы технологии живых систем : сб. материалов II Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, 26-29 сент. 2007 г. / Мин-во образования и науки РФ и др. – Владивосток : Изд-во ТГЭУ, 2007. – С. 323-325.

40. Новоселов, А.К. Основные результаты изучения геноресурсов картофеля в условиях Приморского края с целью выделения источников для селекции / А.К. Новоселов, **И.В. Ким**, Л.А. Новоселова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 6. – С. 15-17.

41. Новоселов, А.К. Исходный материал для создания высокопродуктивных с ценными потребительскими качествами сортов картофеля для условий Приморского края / А.К. Новоселов, **И.В. Ким**, Л.А. Новоселова // Дальневосточная наука – агропромышленному производству региона : к 100-летию аграрной науки на Дальнем Востоке : сб. науч. тр. / РАСХН, ДВ НМЦ, Примор. НИИСХ. – Владивосток : Дальнаука, 2008. – С. 153-166.

42. **Ким, И.В.** Сортовые различия картофеля по лежкоспособности клубней / И.В. Ким, Л.А. Новоселова, А.К. Новоселов // Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофелеводства на юге Дальнего Востока России : материалы науч.-практич. конф., посвящ. 20-летию ГНУ ПООС ГНУ ВНИИО Россельхозакадемии / РАСХН, ВНИИО, ПООС. – Артём, – 2008. – С. 127-134.

43. Новоселов, А.К. Источники хозяйственно ценных признаков картофеля и оценка их как компонентов скрещивания / А.К. Новоселов, **И.В. Ким**, Л.А. Новоселова, Т.М. Ильяшик // Использование мировых генетических ресурсов ВИР в создании сортов картофеля нового поколения : материалы Всерос. науч.-координац. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. акад. К.З. Будина / Россельхозакадемия, ВНИИР. – СПб., 2009. – С. 133-140.

44. **Ким, И.В.** Голландские сорта картофеля как источники хозяйственно ценных признаков / И.В. Ким, Л.А. Новоселова // Картофелеводство : сб. науч. тр. : материалы координац. совещ. и науч.-практич. конф., посвящ. 120-летию со дня рожд. А.Г. Лорха / Россельхозакадемия, ВНИИКХ. – М., 2009. – С. 79-82.

45. **Ким, И.В.** Характеристика исходного материала и результаты его использования в селекции картофеля в Приморском крае / И.В. Ким, Л.А. Новоселова, Т.М. Ильяшик, Н.М. Волик // Картофелеводство : сб. науч. тр. : материалы координац. совещ. и науч.-практич. конф., посвящ. 120-летию со дня рожд. А.Г. Лорха / Россельхозакадемия, ВНИИКХ. – М., 2009. – С. 69-76.

46. **Ким, И.В.** Изменение основных потребительских качеств клубней картофеля в процессе длительного хранения // Ботанические сады в 21 веке: сохранение биоразнообразия, стратегия развития и инновационные решения :

материалы междунар. науч.-практич. конф., Белгород, 18-21 мая 2009 г. – Белгород : ИЦП «Политерра», 2009. – С. 200-203.

47. Новоселова, Л.А. Сорта картофеля – источники для селекции на устойчивость к вредоносным вирусным болезням / Л.А. Новоселова, А.К. Новоселов, **И.В. Ким** // Состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля на Дальнем Востоке : к 75-летию образования аграрной науки Северных территорий России : сб. науч. тр. / Россельхозакадемия, ДВ РНЦ, Камчатский НИИСХ. – Владивосток : Дальнаука, 2010. – С. 64-67.

48. **Ким, И.В.** Изменение потребительских свойств различных сортов картофеля в процессе длительного хранения / И.В. Ким, Л.А. Новоселова, А.К. Новоселов // Картофелеводство : сб. науч. тр. : материалы науч. конф. «Мировые генетические ресурсы картофеля и их использование в современных направлениях селекции» (к 125-летию со дня рожд. Н.И. Вавилова) / Россельхозакадемия, ВНИИКХ. – М., 2012. – С. 228-234.

49. **Ким, И.В.** Адаптивные свойства различных сортов картофеля по продуктивности в условиях Приморского края // Современные исследования в биологии : I Всерос. науч. конф., 25-27 сент. 2012 г., г. Владивосток / БПИ ДВО РАН, Совет молодых ученых БПИ ДВО РАН, ДВФУ, Школа естественных наук. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

50. **Ким, И.В.** Великолепная восьмерка // Польза в чистом виде: малые интенсивные технологии в области агропромышленного производства. Опыт предшественников и личная практика современных хозяйственников / ПКПБ. – Владивосток : Валентин, 2012. – С. 32-34.

51. **Ким, И.В.** Оценка сортов картофеля по основным хозяйственно ценным признакам в условиях Приморского края / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова // Современное состояние и перспективы инновационного развития овощеводства и картофелеводства : материалы междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 25-летию ГНУ Приморская ООС Россельхозакадемии, 12-13 авг. 2013 г. / Россельхозакадемия, ВНИИО, Примор. ООС. – Артем, 2013. – С. 105-108.

52. **Ким, И.В.** Сорт картофеля Дачный селекции Приморского НИИСХ / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Н.М. Волик, Л.А. Новоселова // Современная индустрия картофеля : состояние и перспективы развития : материалы VI межрегион. науч.-практич. конф. / ВНИИКХ и др. – Чебоксары, 2014. – С. 76-79.

53. **Ким, И.В.** Отличительные свойства сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова // Адаптивные технологии в растениеводстве Амурской области : сб. науч. тр. – Благовещенск : Изд-во ДальГАУ, 2014. – Вып. 10. – С. 96-100.

54. **Ким, И.В.** Совершенствование технологического процесса производства оригинального семенного картофеля в Приморском НИИСХ / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова // Картофелеводство : сб. науч. тр. : материалы междунар. науч.-практич. конф. «Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля» / Россельхозакадемия, ВНИИКХ. – М., 2014. – С. 223-225.

55. **Ким, И.В.** Результаты селекционной работы по картофелю в Приморском НИИСХ / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова, В.П. Вознюк // Вестн. ГАУ Северного Зауралья. – 2015. – № 4 (31) – С. 43-47.

56. **Ким, И.В.** Новые перспективные сорта картофеля приморской селекции / И.В. Ким, А.К. Новоселов, В.П. Вознюк, Л.А. Новоселова // Наука и хозяйство. – 2015. – № 6 (11). – С. 4-6.

57. Киселев, Е.П. Оценка товарных и пищевых качеств новых сортов картофеля в период зимнего хранения для Хабаровского края / Е.П. Киселев, **И.В. Ким**, А.К. Новоселов // Асеева, Т.А. Картофель Дальнего Востока: агробиология, технология возделывания и семеноводство / Т.А. Асеева, Е.П. Киселев ; РАН, ДВО, ДальНИИСХ. – Хабаровск : Изд-во ТГУ, 2015. – Разд. 11. – С. 219-234.

58. **Ким, И.В.** Генетические источники для селекции картофеля / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова, В.П. Вознюк // Картофель и овощи. – 2016. – № 3. – С. 33-34.

59. **Ким, И.В.** Пути повышения эффективности производства картофеля / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова, В.П. Вознюк // Вестн. российской с.-х. науки. – 2016. – № 5.– С. 11-13.

60. Новоселова, Л.А. Вирусоустойчивость российских и белорусских сортов картофеля в условиях Приморского края / Л.А. Новоселова, **И.В. Ким**, А.К. Новоселов, В.П. Вознюк // Вестник ДВО РАН. – 2016. – № 2. – С. 89-91.

61. **Ким, И.В.** Сорта картофеля – источники для селекции на продуктивность и высокие потребительские качества в условиях Приморского края / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова, В.П. Вознюк // Проблемы систематики и селекции картофеля : тез. докл. Междунар. науч. конф., посвящ. 125-летию со дня рожд. С.М. Букасова / ВИР, ВОГиС. – СПб., 2016. – С. 66-67.

62. **Ким, И.В.** Результаты и направления исследований по картофелеводству на Дальнем Востоке России / И.В. Ким, А.Г. Клыков // Достижения науки и техники АПК – 2017 – № 10. – С. 36-39.

63. **Ким, И.В.** Результаты агроэкологического испытания сортов картофеля в условиях Приморского края / И.В. Ким, А.К. Новоселов, Л.А. Новоселова, В.П. Вознюк // Дальневост. аграр. вестн. – 2017. – № 3 (43). – С. 44-49.

64. Клыков, А.Г. Современное состояние и пути развития аграрной науки

на Дальнем Востоке / А.Г. Клыков, **И.В. Ким** // Вестник ДВО РАН. – 2017. – № 3 (193). – С. 5-14.

65. Клыков, А.Г. Достижения аграрной науки на Дальнем Востоке / А.Г. Клыков, **И.В. Ким** // Научное обеспечение, особенности и перспективы развития сельского хозяйства Дальневосточного региона : сб. науч. ст. по материалам регион. науч.-практич. конф., 26-27 апр. 2017г. / ФАНО, ДВРАНЦ, Сахалин. НИИСХ. – Южно-Сахалинск, 2017. – С. 3-13.

66. Новоселов, А.К. Устойчивость сортов картофеля к фитофторозу в условиях эпифитотийного развития заболевания / А.К. Новоселов, **И.В. Ким**, Л.А. Новоселова // Идеи Н.И. Вавилова в современном мире : тез. докл. IV Вавиловской междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 20-24 ноября 2017 г. / ФАНО, ВИР и др. – СПб. : ВИР, 2017. – С. 88.

67. Жукова, Н.И. Некоторые биохимические показатели приморской селекции / Н.И. Жукова, **И.В. Ким** // Научный альманах. – 2017. – № 1-3 (27). – С. 282-285.

68. Клыков, А.Г. Становление и развитие аграрной науки на Дальнем Востоке России. / Клыков А.Г., **Ким И.В.** // Вестник ДВО РАН – 2017 – № 5 (195). – С. 61-71.

69. **Ким, И.В.** Картофелеводство – одно из приоритетных направлений сельскохозяйственного производства / И.В. Ким, А.Н. Емельянов // Аграр. вестн. Приморья. – 2018. – № 3 (11). – С. 5-8.

70. Волков, Д.И. К вопросу о картофелеводстве в Приморском крае / Д.И. Волков, **И.В. Ким**, В.П. Вознюк // Эколого-географическое испытание новейших сортов картофеля для внедрения в производство : сб. материалов Всерос. науч.-практич. конф., 25 июля 2018 г., Сыктывкар / ИСХ Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар: Изд-во СГУ, 2018. – С. 17-22.

71. **Ким, И.В.** Селекция и семеноводство картофеля на Дальнем Востоке / И.В. Ким, А.Г. Клыков // Инновационные научные достижения в АПК Дальневосточного региона: теория и практика : сб. науч. статей по материалам регион. науч.-практич. конф., 5-6 апр. 2018 г. / СахНИИСХ. – Южно-Сахалинск, 2018. – С. 10-16.

72. **Ким, И.В.** Перспективы развития картофелеводства на Дальнем Востоке / И.В. Ким, А.Г. Клыков // Вестн. ДВО РАН. – 2018. – № 3 (199) – С. 12-15.

73. Клыков, А.Г. Продовольственная безопасность и роль аграрной науки в обеспечении устойчивого развития сельского хозяйства Дальнего Востока / А.Г. Клыков, **И.В. Ким**, Т.А. Потенко // Вестн. ДВО РАН. – 2018. – № 3 (199) – С. 5-11.

74. **Ким, И.В.** Направления и основные результаты исследований в селекции и семеноводстве картофеля на Дальнем Востоке / И.В. Ким, В.В.

Гайнатулина, В.П. Вознюк, Д.И. Волков, О.В. Аникина, О.И. Хасбиуллина // Состояние и перспективы селекции и семеноводства основных сельскохозяйственных культур : сб. науч. тр. / Минобрнауки РФ, ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. – Уссурийск, 2019. – С. 119-125.

75. **Ким, И.В.** Микрклональное размножение и оздоровление растений картофеля *in vitro* в ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» / И.В. Ким, Е.Н. Барсукова, П.В. Фисенко, Т.Н. Чекушкина, А.С. Чибизова, Д.И. Волков, А.Г. Клыков // Эколога-биологическое благополучие растительного и животного мира : тез. докл. междунар. науч.-практич. конф., Благовещенск, 23 сент. 2020 г. – Благовещенск : ДальГАУ, 2020. – С.135-136.

76. Вознюк, В.П. Результаты исследований по селекции картофеля в условиях Приморского края / В.П. Вознюк, **И.В. Ким**, О.В. Аникина // Вестн. ДВО РАН. – 2021. – № 3. – С. 35-39.

77. Sobko, O.A. Assessment of the infectious load in the potato field agroecosystem and its manifestations / O.A. Sobko, N.V. Matsishina, P.V. Fisenko, **I.V. Kim** // VIII Международная научно-практическая конференция молодых ученых: биофизиков, биотехнологов и вирусологов OpenBio-2021 : сб. тез. / АНО «Иннов. центр Кольцово». – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2021. – С. 250-251.

78. Matsishina, N.V. Morphological abnormalities of the 28-punctata potato ladybag *Henosepilachna vigintioctomaculata* (Motschulsky, 1857) when feeding on potato varieties various origins / N.V. Matsishina, P.V. Fisenko, O.A. Sobko, D.I. Volkov, **I.V. Kim**, T.N. Chekushkina // Современные подходы и методы в защите растений: материалы II Междунар. науч.-практич. конф. (16-18 ноября 2020 года, Екатеринбург) / Уральский федерал.ун. – Екатеринбург: АМ. – 2020. – С. 124-125.

79. Мацишина, Н.В. Циркуляция вирусных инфекций в агробиоценозе картофельного поля / Н.В. Мацишина, О.А. Собко, П.В. Фисенко, **И.В. Ким** // VII Международная конференция молодых ученых: биофизиков, биотехнологов, молекулярных биологов и вирусологов: сб. тез. // АНО «Иннов. центр Кольцово». – Новосибирск: ИПЦ НГУ. – 2020. – С. 317-318.

80. **Ким, И.В.** Основные направления и результаты селекционно-семеноводческой работы по картофелю на юге Дальнего Востока / И.В. Ким, Д.И. Волков // Научные труды по агрономии. – 2022. – № 3. – С. 19-27.

81. Вознюк, В.П. Характеристика перспективных генотипов картофеля селекции ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки в условиях муссонного климата Приморского края / В.П. Вознюк, **И.В. Ким**, Т.О. Корнилова, А.А. Мороз // Вестн. ДВО РАН. – 2022. – №3 (223). – С. 49-60.