

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

На правах рукописи

Сухинина Ксения Вадимовна

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МОЛЕКУЛЯРНОГО
МАРКИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО
РАЗНООБРАЗИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА
В СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Специальность: 4.1.2. – Селекция,
семеноводство и биотехнология растений

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель –
Дубина Елена Викторовна
доктор биологических наук,
профессор РАН

Краснодар - 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

	С.
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
1.1 Культура ячменя и его сельскохозяйственное значение.....	9
1.2 Селекция озимого ячменя её основные этапы и направления.....	12
1.3 Способы ускорения селекционного процесса.....	14
1.4 Типы молекулярных маркеров.....	18
1.5 Методы исследования полиморфизма ДНК.....	22
1.6 Эффективность использования маркеров межпраймерного связывания (iPBS) в изучении генетического разнообразия и популяционной структуры	29
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	33
2.1 Исходный материал.....	33
2.2 Методика лабораторных и полевых опытов	33
2.3 Почвенно-климатические условия в годы исследований.....	37
2.4 Статистическая обработка данных.....	44
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ.....	46
3.1 Анализ генетического разнообразия сортов и линий озимого ячменя.....	46
3.1.1 Анализ частот встречаемости аллелей каждой из изучаемых групп.....	47
3.1.2 Оценка генетических взаимоотношений между образцами озимого ячменя по методу главных координат (РСоА).....	54
3.1.3 Кластерный анализ сортов и линий озимого ячменя по выделенным группам при помощи программы MEGA11.....	67

3.1.4 Определение распределения генотипов по различным мнимым группам K с помощью Structure Selector на основании анализа структуры популяции каждой из изучаемых групп в программе STRUCTURE.....	77
3.2 Результаты использования маркеров межпраймерного связывания (iPBS) в создании нового исходного материала.....	93
3.2.1 Подбор наиболее перспективных пар для скрещивания.....	93
3.2.2 Результаты гибридизации.....	95
3.2.3 Оценка селекционной ценности гибридных комбинаций....	96
ГЛАВА 4. ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ	
ХАРАКТЕРИСТИКА СОЗДАННЫХ СОРТОВ.....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	105
РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ.....	107
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	108
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	126

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Ячмень – *Hordeum vulgare* – одна из значимых сельскохозяйственных культур, высеваемых на территории Российской Федерации и всего мира. Его озимые формы более продуктивны относительно яровых и получили широкое распространение на юге нашей страны благодаря скороспелости и урожайности.

Изобилие сортов озимого ячменя, допущенных в производство, регулярно дополняется новыми селекционными достижениями, более продуктивными и адаптивными к изменяющимся условиям окружающей среды.

Классическая схема селекционного процесса предусматривает получение нового сорта в течение 10 лет и более. Настоящий факт заставляет селекционеров активно искать и применять новые способы и методы современных достижений науки, для ускорения и повышения эффективности этапов селекции.

В связи с этим, особую актуальность приобретает вопрос поиска новейших методик и практик, способных более глубоко изучить базу генетических ресурсов растений, и отдельных особо ценных признаков, интересующих селекционера.

Сегодня для идентификации целевых генов и создания генотипов с заданными свойствами всё чаще используются ДНК-маркерные системы. Они позволяют охарактеризовать сорт по большому спектру генетических признаков, установить наличие родственных связей и тем самым помочь селекционеру в подборе родительских пар для скрещивания, а также контролировать перенос интересующих генов от исходных растений к потомству, что значительно увеличивает эффективность селекционного процесса.

Степень разработанности проблемы. Использование молекулярных маркеров как инструмента в подборе родительских форм для гибридизации используется в настоящее время все чаще. Данный вопрос изучали ряд ученых Р. Календар (2010), Э.Н. Дюсибаева (2020), Н.В. Самохвалова (2022). В совре-

менной селекционной практике маркер-ориентированный подход только увеличивает свою актуальность и расширяет возможности. Совмещение новых методик и традиционных практик позволяет не только сократить сроки выведения новых сортов, в разы увеличить эффективность процесса, а также сократить экономические и ресурсные затраты в селекции.

Цель исследования. Цель исследований – использование iPBS маркеров для оценки генетического разнообразия коллекционных сортов и селекционных линий озимого ячменя и создании нового исходного материала.

Задачи исследований:

- провести генотипирование коллекционных и селекционных образцов озимого ячменя с использованием 24 iPBS маркеров;
- установить генетическую индивидуальность и уникальность каждого изучаемого образца на основании комплекса методов статистической обработки,
- сгруппировать изученные образцы в соответствии с фенологическими особенностями, географией происхождения и генетической структурой;
- применив метод генетического родства составить и реализовать программу гибридизации;
- проанализировать селекционную ценность новых гибридных комбинаций и эффективность метода генетического сходства.

Научная новизна исследований. Впервые для изучения генетического разнообразия озимого ячменя, а также высокоэффективного подбора пар для гибридизации разработана современная комплексная схема анализа характеристик коллекционных и селекционных образцов, сочетающая классические методы изучения морфологических и фенологических признаков и современные молекулярно-генетические подходы с использованием iPBS маркерных систем. На основе разработанной схемы подобраны перспективные высокопродуктивные родительские компоненты и получен новый исходный материал.

Теоретическая и практическая и значимость работы. Использование современных молекулярно-генетических методов в изучении генофонда озимого ячменя позволяет в короткие сроки точно и быстро получать четкое описание образцов по генетическим свойствам. Это значительно упрощает подбор родительских форм для создания новых высокоурожайных и стрессоустойчивых сортов озимого ячменя.

Анализ главных координат, кластерный анализ, а также анализ генетической структуры дают возможность определить гетерогенность изучаемой популяции и эффективно использовать ее в селекционных программах.

Методология и методы исследования. Методологической основой диссертационной работы является обширный анализ научных исследований, опубликованных в отечественных и зарубежных литературных источниках. Исследование проводилось с использованием лабораторных, полевых и статистических методов. Полевые опыты были организованы в соответствии с методикой Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. Для обработки результатов полевых опытов использовались статистические методы, описанные в методических рекомендациях Б.А. Доспехова (2011). Анализ молекулярно-генетических данных проводился с помощью специализированного программного обеспечения: макроса GenAlex 6.3, а также программ MEGA11, STRUCTURE и Structure Selector.

Положения, выносимые на защиту:

1. Комплексная оценка коллекционных и селекционных образцов озимого ячменя с использованием iPBS маркерных систем;
2. Генетическая индивидуальность изученных популяций;
3. Источники генетического разнообразия озимого ячменя;
4. Новый исходный материал;
5. Применимость iPBS маркерных систем для оценки генетического разнообразия озимого ячменя и получения нового исходного материала.

Степень достоверности и апробация результатов. Все научные исследования выполнены согласно общепринятым методикам, обоснованность научных выводов подкреплена результатами экспериментальных полевых и лабораторных данных, личным участием в получении опытных результатов, что позволило сделать соответствующие выводы и дать обоснованные рекомендации селекционной практике.

Основные результаты исследований докладывались и получили одобрение на ежегодных заседаниях кафедры генетики, селекции и семеноводства факультета агрономии и экологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (2021–2024 гг.), а также на конференциях различного уровня: Международной научной конференции «Проблемы селекции – 2022» (Москва, 2022), II Международной научно-практической конференции «Научные исследования и разработки 2022» (Москва, 2022), LVIII Международной очно-заочной научно-практической конференции «Новости науки 2025» (Москва, 2025), Международной научно-практической конференции «Научный прогресс и устойчивое развитие» (Санкт-Петербург, 2025), Международной научно-практической конференции «Глобальные научные тенденции: интеграция и инновации» (Симферополь, 2025).

Публикации результатов исследования. По материалам научной работы опубликовано 20 научных статей, в том числе 7 статей в рецензируемых изданиях, в соавторстве зарегистрировано 3 базы данных, получено 3 патента на селекционные достижения.

Личный вклад автора. Представленные результаты исследований настоящей диссертационной работы, получены автором на базе ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ» с 2021 по 2024 гг. Соискатель осуществлял разработку плана, формирование целей и задач исследований, а также анализ литературных источников. Совместно с коллегами Центра искусственного климата заложены полевые опыты. Лично проведены исследования в Центре молекулярно-генетических исследований. Полученные данные оформлены в виде научных статей, диссертационной работы и автореферата.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 193 страницах, включает введение, обзор литературы, четыре главы, заключение, предложения для селекции, список литературы из 149 источников, в том числе 69 иностранных авторов, 22 таблицы, 34 рисунка, 4 приложения.

Благодарность. Особую признательность автор выражает научному руководителю – доктору биологических наук, заведующей лабораторией информационных, цифровых и биотехнологий, ФГБНУ Федеральный научный центр риса Дубина Елене Викторовне.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Культура ячменя и его сельскохозяйственное значение

Ячмень как сельскохозяйственная культура имеет широкое применение. Он незаменим в производстве кормов, играет ключевую роль в солодовенной промышленности. Богатый химический состав позволяет встретить его в косметологических и лекарственных средствах. Из зерна ячменя изготавливают ячневую, перловую крупы и суррогат кофе (Пыльнев, В.В., 2005).

Согласно имеющимся историческим данным, ячмень начали возделывать ещё в XV веке до н. э., что подтверждает его древнейшее возделывание на нашей планете (Филиппов Е.Г., 2002; 2005). Ячмень имеет высокую пластичность, что способствует его произрастанию в разных почвенно – климатических условиях. На территории Российской Федерации он высевается почти повсеместно, занимая ведущее место по посевным площадям (Бершанский, Р.Г., 2011).

Ценность ячменя как сельскохозяйственной культуры обусловлена его богатым химическим составом, определяющим его разностороннее использование. Так, зерно ячменя, в процентах на сухое вещество содержит крахмала 40-70 %, белка 7-26 %, пентозаны 7-11 %, сахарозы 1,7-2%, целлюлозы 3,5-7,0 %, жира 2-3 %, зольных элементов 2-3 %.

По данным ФАО, из общего объема произведенного ячменя на промышленную переработку используется порядка 48 %, при этом, на корм 36 % и 16 % на пищевые цели. В производстве возделывают яровые, озимые формы и двуручки. Большие площади в нашей стране занимает яровой ячмень за счет своей экологической пластичности, он возделывается во многих регионах (Богданова, О. В., 2022).

Озимый ячмень в отличие от ярового, обладает более высокой потенциальной продуктивностью, активно используя влагу и питательные элементы в

осенне-зимний и ранневесенний периоды он формирует высокую озерненность колоса и выполненную зерновку. Благодаря более короткому периоду вегетации, в отличие от озимой пшеницы, ячмень «уходит» от засухи и суховеев, что положительно сказывается на его уровне продуктивности (Ahmar, S. и др., 2020). Однако, озимый ячмень более чувствителен к низким отрицательным температурам, относительно мягкой пшеницы и ржи, что сильно ограничивает возможность его возделывания в северных регионах. Именно поэтому около 99 % площадей занимаемых озимым ячменем сконцентрированы в Краснодарском и Ставропольском краях, а так же в Ростовской области.

Статистические данные уборочных площадей озимого ячменя на территории Краснодарского края в 2021–2024 гг. представлены на рисунке 1.

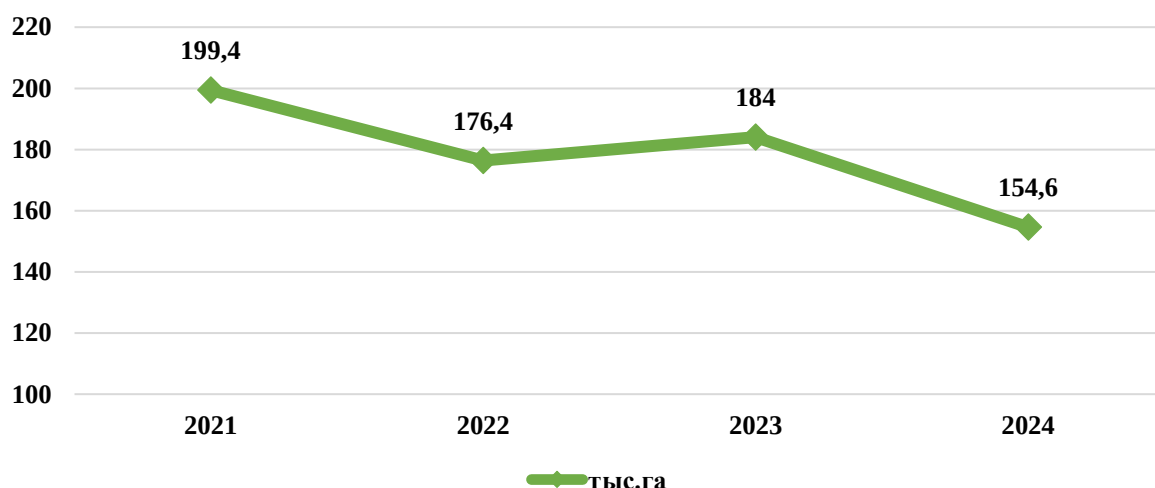


Рисунок 1 – Площади, занятые озимым ячменем в Краснодарском крае, тыс. га

По данным Федеральной службы государственной статистики в 2021 году на территории Краснодарского края озимый ячмень занимал 199,4 тыс. га, снизившись к 2022 году – на 23 тыс. га. Но уже в 2023 году наблюдалось увеличение посевных площадей до 184,0 тыс. га, а в 2024 г. под культуру отводилось до 154,6 тыс. га (Сухинина, К.В. и др., 2017).

Более 60 % от общего количества площадей, занятых озимым ячменем на юге страны, приходится именно на Краснодарский край, благодаря более мяг-

ким климатическим условиям, аграрии региона активно возделывают современные сорта, отличающиеся не только высокой урожайностью, но и формирующие высокобелковый фуражный корм.

Средняя урожайность в нашем регионе, колеблется в пределах 6,0 – 7,3 т/га (рисунок 2), это самые высокие показатели по ареалу возделывания культуры.

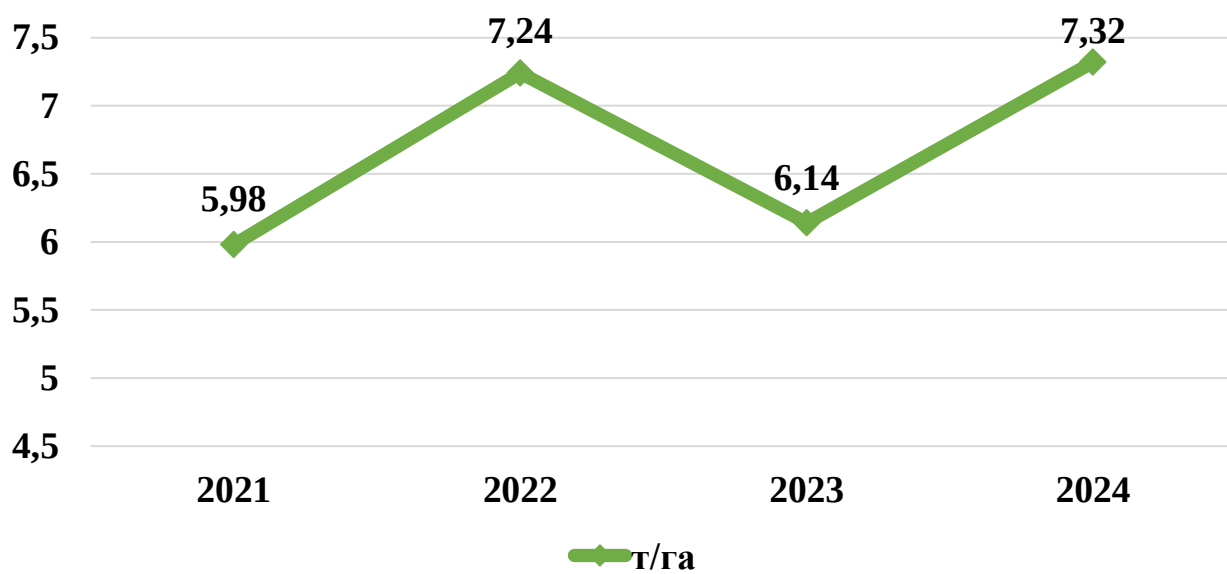


Рисунок 2 – Урожайность озимого ячменя в Краснодарском крае
2021-2024 гг., т/га

Ещё одной крайне важной сферой использования ячменя является пивоваренная промышленность. Солод, солодовенные экстракты и сусло изготавливают именно из ячменя, причем со строго регламентированными качественными показателями (Репко, Н.В. и др., 2022).

Озимые формы ячменя как сказано выше обладают целым комплексом достоинств, однако при этом не лишены недостатков (Коданев, И.М., 1964). Именно поэтому селекционерами на протяжении многих лет ведется направленная работа по выведению сортов, сочетающих в себе ряд хозяйственно ценных признаков индивидуальных для каждой из зон возделывания (Рыбась, И.А., 2016).

1.2 Селекция озимого ячменя, её основные этапы и направления

Согласно историческим данным, селекция озимого ячменя в России была начата ещё в 1922 году на селекционной станции "Круглик" в Краснодаре. Исходный материал представляли собой местные образцы ячменя, адаптированные к климатическим условиям региона (Васюков, П. П., 1967, 1972). Агрономы проводили индивидуальный отбор, вводили в практику гибридизацию. Колоссальный труд неравнодушных специалистов, несмотря на крайне слабое довоенное материально – техническое оснащение, дал свои плоды (Городов, В. Т., 2002). Были созданы такие сорта озимого ячменя как Краснодарский 2929, Красный Дар, Круглик 21. Однако в годы Великой Отечественной войны все наработки были утеряны (Репко, Н.В., 2019). Специалисты были вынуждены начинать селекционную работу сначала, формировать коллекцию, проводить серии индивидуальных отборов и только после этого планировать схему скрещиваний (Бороевич, С.А., 1984).

Производители сельскохозяйственной продукции, как и в нынешнее время, повышали требования к новым сортам, что стимулировало селекционеров искать способы достижения успеха в более сжатые сроки (Кузнецова, Т.Е., 2006; 2013).

С 1952 по 1967 годы В.Н. Громачевский под руководством академика П.П. Лукьяненко внедрял в практику использование географически и экологически отдаленных форм ячменя для гибридизации. Это позволило значительно расширить генетическую базу и получить потомство с более широким спектром признаков (Репко Н.В., 2019). Помимо этого активно применялся метод искусственного мутагенеза для индуцирования генетических изменений. Этот метод в сочетании с внутривидовой межсортовой гибридизацией активно использовали в своей деятельности А.А. Сокол и В.М. Шевцов, которые к 1962 году почти одновременно возглавили селекционную работу по ячменю на

Дону и Кубани. Они так же привлекли и использовали генетически разнообразный исходный материал из мировой коллекции ВИР (Репко, Н. В., 2016; 2017; 2018).

Их последователи Е.Г. Филиппов (АНЦ Донской) и Н.В. Серкин (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, а позже А.С. Ерешко, В.Б. Хронюк (АЧИИ ФГБОУ ВО Донской ГАУ) и Н.В. Репко (Кубанский ГАУ) и сегодня трудятся над созданием новых высокопродуктивных и конкурентоспособных сортов озимого ячменя, продолжая традиции своих «наставников.

Селекция озимого ячменя, как и любой другой сельскохозяйственной культуры имеет ряд направлений. Каждое из них продиктовано потребностями региона возделывания и его перерабатывающими мощностями (Сухина, К.В., 2016; 2017). Так как распространение озимых форм ячменя строго ограничено климатическими условиями, селекционеры пытаются улучшить его зимо – и морозостойкость (Брюбейкер, Дж.Л., 1966). Что позволит возделывать его в более северных зонах. Важным направлением является селекция на низкорослость, наделяющая растения устойчивостью к полеганию (Коблянский, А.С., 2019). Засуха, особенно специфичная климату Краснодарского края и Ростовской области стимулирует селекционеров создавать скороспелые сорта (Гончаров, Н.П., 2009). Так же селекционеры работают над созданием сортов, устойчивых воздействию различных видов патогенов, и неблагоприятных условий окружающей среды (Гольд, В.М., 2008).

При этом сам селекционный процесс – это сложная многоэтапная процедура, качественное исполнение которой крайне важно для достижения поставленных целей (Рыбась, И.А., 2016). И начинать его следует с изучения коллекционных образцов, представляющих собой некое хранилище генетических ресурсов (Makhtoum, S, 2022; Manninen, O., 2000). Селекционеры анализируют огромное количество данных, характеризующих различные хозяйственно-ценные признаки (Горшкова, В.А., 1987). Используя специальные методы статистической обработки, определяют наиболее перспективные источники же-

лаемых признаков. Однако не стоит забывать, что каждый признак взаимосвязан с другими различными признаками, и не всегда положительными (Дзюба, В.А., 2010). Это явление называют корреляционной взаимосвязью и её оценка имеет важное значение для профиля будущего сорта. Только после тщательного анализа этих связей можно приступать к подбору пар для гибридизации, который играет ключевую роль в создании перспективного селекционного материала (Гуляев, Г.В., 2010; Койшыбаев, М., 2016). Полученное потомство в течение нескольких лет оценивают по ряду критериев и выбирают лучшие образцы, на основе которых и создается селекционный материал с повышенной устойчивостью к неблагоприятным окружающим факторам (Васюков, П.П., 2001; Fountaine, JM, 2007; Madhumati, B., 2022). Затем проводят индивидуальную оценку гибридных потомств пятого и шестого поколений в селекционном и контрольном питомниках по комплексу признаков. Далее лучшие образцы, отвечающие целям селекции, после 1–2 лет изучения поступают в питомник предварительного и конкурсного испытания, и только после подтверждения своей перспективности, они могут служить основой нового сорта (Ерешко, А.С, 2004; 2007; 2010).

1.3 Способы ускорения селекционного процесса

Создание нового сорта, обладающего сочетанием нескольких полезных признаков и свойств – задача, заставляющая селекционеров на протяжении многих десятков лет разрабатывать новые методы работы. Селекционный процесс от начала и до получения продукта, готового к передаче на Государственное сортоиспытание, может занимать от 8 до 12 лет и более, в зависимости от культуры. Именно поэтому особый интерес представляет собой возможность сокращения этих сроков. В настоящее время широко известны и успешно применяются для достижения этой цели методы *in vitro* культуры тканей, использование молекулярных маркеров и технология *speed breeding* (Альбертс, Б., 1994)

Методы *in vitro* в селекции растений основаны на культивировании растительных клеток, тканей и органов в искусственных условиях, что позволяет контролировать и оптимизировать все стадии развития растений. Один из наиболее актуальных методов, имеющих особенно важное значение в технологии *in vitro* является соматическая гибридизация. Её применение позволяет объединять генетический материал таких растений, которые в естественных условиях скрестить невозможно. Так, появляется возможность вовлекать в процесс создания новых форм, родительские компоненты разных родов и видов. Процесс начинается с выделения протопластов – растительных клеток, лишенных клеточных стенок, что достигается с помощью ферментативной обработки, которая разрушает клеточные стенки, высвобождая протопласты. Особенно важен выбор ферментных коктейлей и условий обработки, которые способны повредить протопласты, сделав их нежизнеспособными (Давыденко, В.Н., 2024).

После выделения протопласты подвергают слиянию с помощью полиэтиленгликоля (ПЭГ) или электрослияния, что способствует агрегации протопластов и их последующему слиянию. Электрослияние, в свою очередь, облегчает объединение, используя электрический импульс для образования пор в клеточных мембранах. После слияния образуются гибридные клетки, содержащие генетический материал обоих родительских растений. Следует отметить, что выбор метода зависит от типа растений и специфических требований (Fu, Y., 2006; 2015).

Соматическая гибридизация позволяет объединять генотипы нескольких исходных растений и создавать не только бинарные, но и три- и полиплоидные гибриды. Это открывает широкие возможности для создания растений с уникальными комбинациями признаков, например, высокой урожайности, устойчивости к болезням и засухе, улучшенному качеству продукции одновременно. Помимо этого, соматическая гибридизация позволяет создавать гибриды, в которых генетический вклад одного родителя значительно больше,

чем другого. Это может быть особенно полезно, если один из родителей обладает ценным признаком, который трудно передать традиционными методами скрещивания (Gutiérrez, L., 2009; Haliloğlu, K, 2022; Hasan, N., 2021)

После слияния гибридные протопласты необходимо культивировать на специальных питательных средах. Эти среды призваны обеспечивать оптимальные условия для регенерации клеточной стенки, деления клеток и образования каллуса – недифференцированной массы клеток. Состав питательной среды строго контролируется и включает в себя макро- и микроэлементы, витамины, фитогормоны (ауксины и цитокинины) и осмопротекторы (маннит, сахара), регулирующие осмотическое давление. На начальных этапах культивирования высокое осмотическое давление необходимо для предотвращения лизиса (разрушения) протопластов из-за их повышенной проницаемости. Следующим этапом является регенерация целых растений из каллусной ткани. Полученные растения затем акклиматизируются в условиях *in vivo*, и их потомство анализируется на наличие желаемых признаков.

Вторым из методов ускорения создания новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений является использование молекулярных маркеров (Гольд, В.М, 2008).

Селекция с использованием маркеров - это новый подход, благодаря которому можно избежать различных проблем традиционной селекции и улучшить критерии отбора фенотипов с помощью отбора генов (Рубан, М.Г., 2019). Молекулярные маркеры позволяют идентифицировать, хозяйственно ценные признаки сортов и гибридов. Помогают проводить индивидуальный отбор на разных стадиях роста растения не дожидаясь фенотипического проявления признака (Давыденко, В.Н., 2024; 2025).

В настоящее время, так называемая, маркерная селекция все чаще используется в практике благодаря общедоступности большого объема достоверной информации как о генетических картах сцепления генов, так и о самих молекулярных маркерах. Они позволяют анализировать качественные и количественные (QTL) признаки на молекулярном уровне. Молекулярные маркеры

используют для выявления полиморфизмов в нуклеотидных последовательностях. Эти полиморфизмы выявляются с помощью молекулярных методов, таких как полиморфизм длины рестрикционного фрагмента (RFLP), полиморфизм длины амплифицированного фрагмента (AFLP), микросателлитный или простой полиморфизм длины последовательности (SSR), случайно амплифицированные полиморфные последовательности (RAPD), расщепляемые амплифицированные полиморфные последовательности (CAPS), полиморфизмы одноцепочечной конформации (SSCP), однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) и другие (Agarwal M, 2008; Ahmar, S., 2020; Amiteye, S., 2021; Amom T, 2020)

Работа молекулярных маркеров, начиная с AFLP, основывается на полимеразной цепной реакции (далее – ПЦР). Для достижения этой цели выделяют особенный – целевой участок ДНК, отвечающий за проявление конкретного признака или свойства организма, и измеряют его вариации при помощи молекулярных маркеров или праймеров, которые представляют собой короткие последовательности нуклеотидов. Большинство их используются для выделения определённых участков ДНК для амплификации с помощью полимеразной цепной реакции и методов анализа последовательностей. Так они запускают процесс амплификации определённого сегмента ДНК. После амплификации ДНК различных генотипов фрагменты расщеплённой ДНК разделяются на геле для изучения различий в расположении полос, а затем фрагменты ДНК могут быть подвергнуты секвенированию для наблюдения за изменениями в последовательности ДНК, приводящими к видовым различиям. Анализ молекулярных маркеров на основе ПЦР включает в себя выделение ДНК из источника, оценку качества и количества выделенной ДНК, амплификацию и электрофорез. Если требуется секвенирование, продукты амплификации обычно очищают, подвергают секвенирующей ПЦР и дополнительно очищают перед секвенированием.

И третий метод, применяемый для более быстрого получения сорта либо гибрида – это *speed breeding*. Принцип действия настоящей технологии основывается на искусственном создании контролируемых условий выращивания, т.е. использовании фитотрона. Изменение температурного режима и длины светового дня, способны ускорить процесс вегетации растения в разы, что позволяет получить за год несколько поколений, тем самым сокращая время создания нового сорта/гибрида. Преимущество настоящего метода перед классической селекцией очевидно.

Так, в достаточно сжатые сроки, можно путем отборов уйти от генетического расщепления, которое может проявляться вплоть до четвертого, а иногда и шестого поколений. И в результате получить стабильную линию за один-два года, с дальнейшей передачей её в полевые испытания (Khlystunov, V.F., 2024; Korzun, V., 2002, Madhumati, B., 2014; Sun, L., 2024)

Таким образом, методы *in vitro*, молекулярных маркеров и *speed breeding*, как по отдельности, так и в сочетании открывают новые возможности для ускорения селекционного процесса. Дальнейшие исследования и разработки в этих областях будут способствовать еще более эффективному использованию этих технологий и развитию новых подходов к селекции растений.

1.4 Типы молекулярных маркеров

Основой селекции на протяжении многих лет служили наблюдения ученых за проявлением тех или иных селективируемых признаков растений. Анализ ряда поколений позволял делать выводы и планировать гибридизацию. Этот метод считается традиционным и широко используется во всем мире, однако имеет существенные недостатки. Самым главным из них является зависимость от условий окружающей среды. Так, изменяющиеся из года в год погодноклиматические условия, поражение фитопатогенами и вредителями оказывают влияние на развитие растения, и как следствие на урожайность (Цаценко, Л.В., 2007; 2012).

С появлением молекулярных маркеров и развитием маркерной селекции появилась возможность изучать генотип объекта, т.е. анализировать информацию которой обладает растение на генетическом уровне независимо от фенотипа (Гулаева, Н. В. и др., 2018). Это позволило оценивать растения на ранних этапах развития еще до проявления внешних признаков, и, следовательно, отбирать наиболее перспективные генотипы для дальнейшего размножения (Омаров, Д.С., 1975).

Молекулярные маркеры, используемые сегодня модифицировались и развивались, пройдя свой эволюционный путь. Первыми были разработаны маркеры, соответствующие гену, аллели которого отвечали за четкие отличия по фенотипу (Аमितей С., 2021). Например, ген, отвечающий за цвет пыльника, может быть использован как маркер. Однако таких маркеров относительно мало, и они не всегда доступны для всех интересующих селекционера признаков.

Следующее поколение - белковые маркеры - основаны на различиях в молекулярной массе. Анализ электрофореграмм белков позволял идентифицировать разные аллели. Этот метод достаточно информативен, но не все белки легко детектируются, а их экспрессия может зависеть от условий среды (Поморцев, А.А., 2003).

И уже ДНК-маркеры относят к третьему поколению генетических маркеров., открывших ученым новые горизонты в молекулярных исследованиях (Дубина, Е.В., 2023). Они соответствуют гену или некодирующему участку генома, аллели которого отличаются на уровне ДНК. Таких маркеров в геноме огромное количество, их анализ позволяет создавать подробные генетические карты, точно локализовать гены, отвечающие за интересующие признаки, и отслеживать их наследование в популяциях.

На сегодняшний день наиболее широко известные молекулярно-генетические маркеры подразделяют на следующие группы: маркеры, исследуемые с помощью блот-гибридизации (RFLP), ПЦР (RAPD, AFLP, SSR, SNP, CAPS, SCAR, маркеры на основе ретротранспозонов и др.) и ДНК-чипы (Шавруков,

Ю.Н., 2015). Именно в такой последовательности и происходило развитие и совершенствование молекулярных маркеров (Чесноков, Ю.В., 2013).

Первая группа - маркеры RFLP или полиморфизм длин рестрикционных фрагментов или ПДРФ. Широко использовались в 80-е годы прошлого столетия для идентификации полиморфизма в гомологичных последовательностях ДНК. Сам зонд RFLP – это меченая последовательность ДНК, которая имеет сайт рестрикции на каждом конце с «целевой» последовательностью между ними и обладает способностью гибридизоваться с соответствующим участком геномной ДНК (Ревенко, В.Ю., 2017).

На смену RFLP маркерам в 1990-е годы пришли ПЦР-маркеры, использующиеся и сегодня.

RAPD-маркеры - случайно амплифицированные полиморфные участки ДНК. В основе анализа с применением RAPD - маркеров лежит амплификация полиморфной ДНК, где для проведения ПЦР реакции используют короткие праймеры, как правило до 15 нуклеотидов, состоящие из случайных последовательностей. Данный метод прост в исполнении и не требует большого количества ДНК. Однако почти все RAPD-маркеры доминантны, что снижает точность анализа, за счет невозможности отличить гетерозиготное состояние от гомозиготного. Ещё одним отрицательным фактором является плохая воспроизводимость результатов между лабораториями, так как условия ПЦР и чистоты ДНК оказывают большое влияние на конечный продукт реакции. Комплекс настоящих ограничений привел к тому, что RAPD-маркеры редко используются для генетического картирования.

AFLP-маркеры или полиморфизм амплифицированных фрагментов рестрикции, ещё называют ДНК-фингерпринтинг. В основе метода лежит использование праймеров для амплификации. AFLP-маркеры эффективно применяются при анализе как межсортовых, так и межвидовых взаимосвязей. Для синтеза таких маркеров не требуется знание целевых нуклеотидных последовательностей (Khaleghi, E., 2022; Khapilina, O., 2021)

SSR (Simple Sequence Repeats) или микросателлиты - это короткие тандемные повторы из 1–6 нуклеотидов. Применяют для определения степени генетической variability между сортами и популяциями одной культуры, для определения сортовой типичности семеноводческих посевов, составлении генетических карт, паспортизации и выявлении гетерозигот по исследуемому локусу. SSR маркеры обладают рядом положительных аспектов использования, в том числе имеют высокий уровень полиморфизма и кодоминантность. Однако требуют точного понимания нуклеотидной последовательности генома, для выявления этих повторов и конструирования праймера для постановки ПЦР реакции (Канукова, К.Р., 2019; Zhang, X., 2024).

SNP-маркеры (*single nucleotid polymorphism*) или полиморфизм единичных нуклеотидов. Представляет собой различие последовательностей ДНК в одинаковых участках хромосом на один нуклеотид. Настоящую группу маркеров, как пишет Канукова К.Р. в своем исследовании «ДНК-маркеры в растениеводстве» пришла к выводу, что данный вид маркеров целесообразно использовать для целого ряда направлений, таких как: изучение аллельного полиморфизма и тестирование чистоты семян, анализа гаплотипа и родословных и даже генотипирования и построения генетических карт. Такие маркеры можно идентифицировать с помощью ПЦР в реальном времени, создания CAPS-маркера и непосредственно секвенирования. Ещё одним методом дифференцирования SNP-маркеров являются микрочипы (Бикбулатова, С.М., 2012).

CAPS-маркеры (*cleaved amplified polymorphic sequences*) или рестрикционный анализ амплифицированных последовательностей. Используется для идентификации полиморфизма специфических амплифицированных последовательностей, а так же при отборе на устойчивость и маркерной селекции в целом. Создать такой маркер возможно только для генов, локализация и нуклеотидная последовательность которых точно известна. Для правильной работы такой маркерной системы, амплифицированные фрагменты должны иметь интроны в своем составе (Alicchio, R., 1995; Androsiuk, P., 2023).

SCAR (*sequence characterized amplified region* – амплифицированная область с известной нуклеотидной последовательностью). SCAR-маркеры применяются для идентификации доминантных аллелей генов устойчивости, а также для построения генетических карт.

iPBS — (*inter PBS amplification* - участок связывания тРНК), метод, основанный на использовании последовательностям ретротранспозонов. праймеров к PBS (Tagimanova, D.S., 2015; Tautz, D., 1986). Метод эффективен для изучения различных культур, от сельскохозяйственных до декоративных, овощных и т.д. С их помощью анализируют генетическое разнообразие и родственные связи растений, а так же проводят их генотипирование (Aydin, F., 2020; Baloch, F., 2022; Baran, N., 2023). Относительно не высокая стоимость выполнения анализа в сочетании с его простотой и доступностью объясняют высокий интерес ученых к его использованию в исследованиях. В дополнение к этому для работы с iPBS маркерами не требуется знать последовательность генома изучаемого объекта. ПЦР исследования с использованием iPBS маркеров позволяют изучить большие участки генома (Agarwal, M. и др., 2008).

Важным этапом в развитии методов молекулярно-генетических исследований стало создание ДНК-чипов, способных одновременно идентифицировать тысячи маркеров в образце. Относительно недавно открытые, но уже широко известные методы NGS, GBS и NGS разработаны на основе чипов.

Таким образом, использование молекулярных маркеров в селекции растений позволяет комбинировать генетические и фенотипические данные для проведения более обоснованного отбора по улучшаемому признаку уже на ранних этапах развития растений. Это открывает широкие перспективы для ускорения селекционного процесса, повышения его эффективности и снижения затрат.

1.5 Методы исследования полиморфизма ДНК

Генетический полиморфизм – это генетическое разнообразие или разная вариация генов организма. Генетический полиморфизм вносит изменение в структуру белка, тем самым провоцирует проявление измененных функций организма, которые в свою очередь могут быть как положительными так и отрицательными (Дубина, Е.В. и др., 2022). Исследование генетического полиморфизма позволяет создавать генетические паспорта для отдельных сортов не только озимого ячменя, но и других сельскохозяйственных культур для защиты интеллектуальной собственности. Так же позволяет ученым оценивать генетическое сходство находящейся в работе коллекции и на основании полученных данных разрабатывать схему скрещиваний. Планирование гибридизации на основе только лишь фенотипических данных – классический метод селекции, однако сочетание традиционных и современных подходов к процессу создания новых высокопродуктивных и конкурентоспособных сортов позволяет вести более прицельный отбор и получать заданные результаты в более сжатые сроки (Мухина, Ж.М., Дубина, Е.В., 2011).

Для изучения генетического полиморфизма используют классическую ПЦР реакцию, ПЦР в реальном времени, а так же секвенирование (Алабушев, А.В., 2015)

Полимеразная цепная реакция (ПЦР) – это молекулярно-биологическая реакция, позволяющая многократно увеличить количество копий конкретного фрагмента ДНК. Это открытие относят к 1983 году, когда К. Мюллис начал использовать Taq-полимеразу, обладающую устойчивостью к высоким температурам. После чего был разработан алгоритм циклических изменений температуры в ходе реакции. Принцип метода основывался на расплетении двойной спирали ДНК, расхождении нитей ДНК и комплиментарном дополнении обеих. При этом вышеописанный процесс, который сходен с естественной репликацией ДНК начинается в строго определенных двунитевых участках. Определение этих участков происходило при помощи специальных маркеров,

специфичных только для целевого участка ДНК, позволивших многократно размножить именно этот участок.

Методика проведения классической ПЦР реакции подразумевает подготовку реакционной смеси, состоящей из праймеров, Taq-полимеразы, смеси дезоксинуклеотидтрифосфатов (dNTP), буфера и ДНК, выделенной из анализируемого образца и деионизированной воды. При этом важно помнить, что праймеры в амплификации играют ключевую роль, так как полностью повторяют искомый участок ДНК, который в конечном итоге и будет размножен. Именно поэтому они не должны быть комплементарны друг другу.

Полимеразная цепная реакция как было описано выше является самым распространённым и экономически выгодным методом молекулярно-генетических исследований. Этот метод исследований возник давно, несмотря на это, во всем мире он активно применяется сегодня каждой рядовой ПЦР лабораторией.

Ещё одним важным компонентом реакционной смеси является Taq-полимераза. Это особый, фермент. Он достраивает вторую цепочку ДНК по принципу комплементарности и обладает термостабильностью. Способность выдерживать высокие температуры до 96°C позволяет ей оставаться активной после нескольких этапов денатурации.

Смесь дезоксинуклеотидтрифосфатов (dNTP) состоит из дезоксирибозного сахара, фосфатной группы и дезоксиаденозинтрифосфата, дезоксигуанозинтрифосфат, дезоксицитозинтрифосфата и дезокситимидинтрифосфата, необходимые для репликации ДНК. Оптимальное включение оснований в синтезируемую цепь ДНК, подразумевает конечную концентрацию каждого дезоксинуклеозидтрифосфата 0,2 мМ.

Буфер в реакционной смеси обеспечивает оптимальные условия реакции и отжиг праймеров. Особенно важно, чтобы буфер имел в своем составе ионы магния, отвечающие за правильное функционирование ДНК-полимеразы (Sun, L., 2024; Tagimanova, D. S., 20215; Zhang, X. и др., 2024).

Пробу, не содержащую ДНК часто используют в качестве контроля. Если интересующая исследователя ДНК имеется и реакционная смесь обладает оптимальным составом, происходит поэтапный процесс амплификации (Привалов, Ф.И., 2015).

В процессе денатурации цепочка ДНК расплетается и начинается отжиг, подразумевающий присоединение праймера к одноцепочечному ДНК – фрагменту по правилу комплементарности. Для каждого праймера температура отжига определяется индивидуально. В настоящее время существует ряд программных обеспечений, позволяющих это сделать OligoCalc, Primer-blast, Tm Calculator| Thermo Fisher Scientific и другие (Feschotte, C., 2007; Frost, L. S., 2005).

После чего начинается элонгация или достраивание второй цепи ДНК с 3'-конца маркера, при этом температура в реакционной смеси доводится до 72°C и появляется фрагмент ограниченный маркерами на концах. На этом один цикл завершается и сразу же начинается следующий по тем же параметрам, в результате чего количество таких фрагментов увеличивается и преобладает среди продуктов амплификации. Схематично весь описанный выше процесс изображен на рисунке 3.

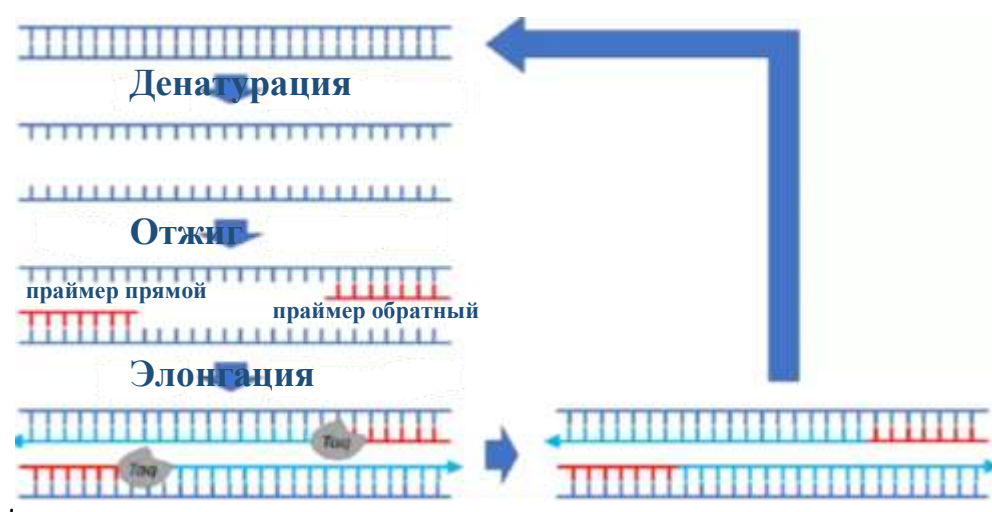


Рисунок 3 – Полимеразная цепная реакция – ПЦР

В ходе ПЦР происходит наработка определенного участка ДНК, по окончании реакции или «в конечной её точке» визуализировать полученный фрагмент можно с использованием нескольких методов, наиболее распространенным среди которых является электрофорез ДНК в агарозном геле, где в качестве красящего компонента используется бромистый этидий (рисунок 4).

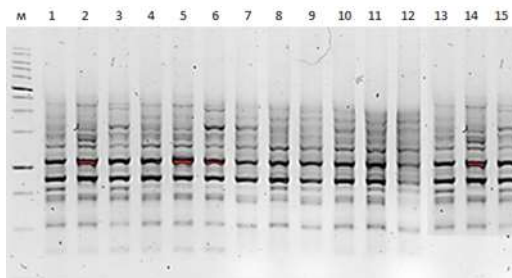


Рисунок 4 – Визуализация продуктов ПЦР реакции в агарозном геле

Настоящий метод показывает, присутствует ДНК в образце или нет, и остается незаменимым инструментом при подготовке к клонированию и секвенированию и в изучении хозяйственно-ценных признаков (Don, R.H., 1991).

С развитием методов молекулярно-генетических исследований в начале 90-х годов прошлого века ученые пришли к идее, что для количественного определения числа матриц, помещаемых в реакционную смесь необходимо фиксировать накопление целевого фрагмента ДНК непосредственно в течении самой ПЦР реакции после каждого цикла амплификации при помощи флуоресцентных красителей либо ДНК-зондов (рисунок 5).

Такой прорыв повлек за собой стремительное развитие сопутствующих направлений, а именно разработку соответствующих реактивов и техники (Brownstein, M.J., 1996; Edwards, K.A., 1991)

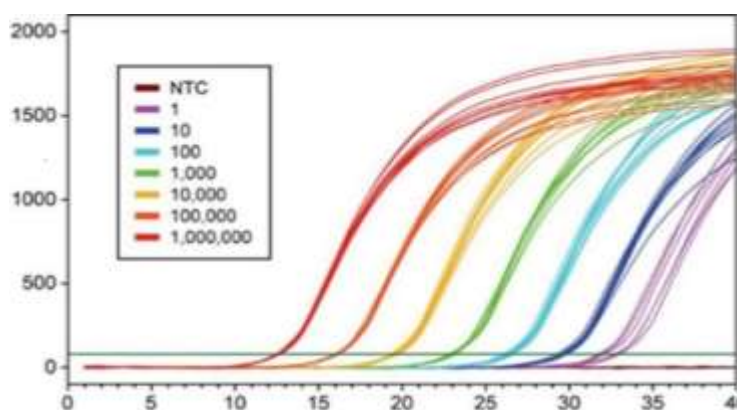


Рисунок 5 – Визуализация продуктов ПЦР реакции в реальном времени

Основа флуоресцентного анализа заключается в использовании специальных молекул, которые в результате поглощения световой энергии начинают светиться (Ревенко, В.Ю. и др., 2017). Для того чтобы подсветить ДНК в состав реакционной смеси вносят интеркалирующий краситель, именно он в процессе реакции связывается с молекулой ДНК и усиливает флуоресценцию. В качестве красителя применяют SYBR Green I, SYBR Gold, LC Green, SYTO 9 и ряд других. Однако не стоит забывать, что все красители, использующиеся для исследований такого вида могут связываться с любым участком ДНК, а не только с целевым (Краснов, Я.М., 2014).

ДНК зонды - это фрагменты ДНК с известной нуклеотидной последовательностью, которые несут радиоактивную или флуоресцентную метку, позволяя исключить детекцию нецелевых продуктов.

Каждый из рассмотренных нами методов ПЦР имеет как положительные так и отрицательные аспекты использования, что стимулировало исследователей развиваться в данном направлении и совершенствовать уже освоенные методы работы.

Следующим этапом развития молекулярных исследований является разработка такого метода анализа как секвенирование ДНК, подразумевающего определение последовательности азотистых оснований в целевом фрагменте ДНК и генома всего организма в целом. Настоящая технология используется в разнообразных научных сферах от медицины и биотехнологии до селекции

животных и растений. Ключевых методов секвенирования существует несколько и каждый из них обладает преимуществами и недостатками. Важно помнить, что независимо от используемого метода, перед секвенированием необходимо провести амплификацию целевого участка ДНК (Cömertpay G, 2016; Doebley, J.F., 2006).

Одним из первых уже в 1950-1956 годах применялся метод Эдмана. Принцип его работы основан на использовании специальных реактивов для циклического отщепления N-концевой аминокислоты из пептидной цепочки, с образованием последовательности аминокислот, и определения их качественного и количественного состава с помощью хроматографии. В результате такой реакции длина пептида ограничена из-за того, что циклическое секвенирование аминокислот в пептиде не всегда завершается (Karp A., 1997; 1998).

Особое место в секвенировании молекулы ДНК занимает метод Сенгера, разработанный в 1977 году. Этот метод известен ученым всего мира и активно применяется в практике в модифицированном виде и сегодня, так как считается наиболее точным и достоверным. Основой его действия стал так называемый обрыв цепи, который происходит благодаря используемым в реакции дидезоксинуклеотидам, встраивающимся в растущую ДНК цепь и прекращают её дальнейший синтез (Yang, H.B, 2015). Таким образом, образуется целый набор фрагментов ДНК разной длины, причем каждый из них заканчивается специфическим ddNTP (100). Разделение в полиакриламидном геле полученных фрагментов, дало возможность определить нуклеотидную последовательность ДНК исследуемого объекта. К недостаткам настоящего метода относят медленное течение реакции и высокую стоимость для анализа больших объемов ДНК.

Современные лаборатории активно используют метод Сенгера в капиллярном варианте, анализируя до 1000 пар нуклеотидов в одном образце за один запуск (Peakall, R., 2013).

Для анализа больших последовательностей используются более современные методы - NGS. Эта технология способна параллельно секвенировать

миллионы фрагментов ДНК одновременно, что значительно повышает скорость и снижает стоимость секвенирования.

В заключение стоит отметить, что классические методы секвенирования, имея неоценимое историческое значение, со временем были вытеснены более современными высокопроизводительными технологиями, которые не перестают совершенствоваться и сегодня.

1.6 Эффективность использования маркеров межпраймерного связывания (iPBS) в изучении генетического разнообразия и популяционной структуры

Оценка полиморфизма форм озимого ячменя позволяет выявлять и использовать особенно ценные для селекции генетические ресурсы. Изучение генетического разнообразия культуры проводится во многих регионах нашей страны и за её пределами (Duan YB, 2015; Erdinç, Ç., 2021; Sagbas HI, 2023). Такие исследования способствуют развитию различных направлений селекции и призваны совершенствовать методику и практику процесса создания новых сортов. Накопленный генофонд озимого ячменя, содержащий бесценные генетические ресурсы, нуждается в сохранении и рациональном использовании. Без такого понимания прогресс в селекции озимого ячменя был бы значительно затруднен, а возможность адаптации к будущим вызовам – существенно снижена (Coutinho, JP., 2018)

Для характеристики генетического разнообразия широко используются различные молекулярные маркеры. Их разработка изменила подход к селекционным исследованиям и позволила ускорить их проведение. Молекулярные маркеры обеспечивают прямую оценку генетической изменчивости на уровне ДНК, снижая влияние изменчивости окружающей среды (Hosseinpour, A., 2019)

Ретротранспозоны представляют собой генетические элементы, способные формировать 50-90 % генома растений (Бончев, Г.Н., 2020). Подразделяются на ретротранспозоны с длинным концевым повтором (LTR), чаще встречающиеся у растений и ретротранспозоны без него (Корж, С.О., 2023).

Для характеристики как животных, так и растений, были разработаны ретротранспозоны с межпраймерными сайтами связывания (iPBS) как более универсальная маркерная система. В исследованиях ряда учёных отмечено, что ретротранспозонные маркеры довольно эффективны для изучения генетического разнообразия с точки зрения общего количества амплифицированных и полиморфных полос (Мухина, Ж. М., 2011)

Маркеры iPBS являются доминирующими маркерами и в последние годы стали предпочтительными для оценки генетического разнообразия благодаря своей универсальности. Они позволяют изучать молекулярную характеристику и филогенетические исследования различных животных и растений, в том числе ячменя.

Определение уровня генетического разнообразия исходного материала озимого ячменя имеет важное значение для разработки и оптимизации селекционных программ. Полиморфные маркеры iPBS позволяют идентифицировать виды озимого ячменя на молекулярном уровне и способны помочь селекционеру в целенаправленном отборе родительских форм, независимо от влияния окружающей среды, для создания высокопродуктивных, устойчивых и адаптированных сортов озимого ячменя. Согласно открытым литературным источникам ретротранспозонные маркеры межпраймерных сайтов связывания (iPBS) использовались учеными и для анализа генетического разнообразия и структуры популяции других хозяйственно значимых культур (Канукова, К.Р., 2019; Karp., A., 1998; Khaleghi, E., и др., 2022).

Так, в 2022 году Haliloğlu K. в соавторстве с другими учеными изучая зародышевую плазму фасоли в Турции пришли к выводу, что маркеры iPBS можно достоверно использовать для изучения генетического разнообразия сортов фасоли и из разных регионов (Nadeem, M.A., 2018; Yıldız, M., 2015; 132;

Orhan, E, Kara, D., 2023; Özkan, G., 2022; Peakall, R., 2006; Pinar, H., 2021; Sagbas, H.I., 2023).

Таджибаев Д.Г. (Республика Казахстан, 2023) анализируя популяции яровой твердой пшеницы на основе маркеров iPBS установил, что их можно использовать для прослеживания эволюции и регуляции генома твердой пшеницы. А так же для установил взаимосвязь между маркерами iPBS и адаптационным потенциалом изученных генотипов.

Тагиманова Д.С. изучая популяции мягкой озимой пшеницы сравнивала различные методы генотипирования и выявила преимущество iPBS анализа, который позволил получать относительно простые, хорошо воспроизводимые спектры продуктов амплификации, удобные для их применения при сортовой и внутрисортовой идентификации генотипов пшеницы.

В исследованиях по выявлению генетических связей и полиморфизма между образцами подвойных сортов винограда, Савенкова Д.С. основывалась также на использовании IRAP и iPBS праймеров. В результате проведенных исследований, она пришла к выводу, что эффективность iPBS маркеров сопоставима или даже более эффективна, чем маркеров на основе ретротранспозонов.

Подобные исследования проводились и в ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» для оценки генетического разнообразия культивируемых томатов. В своем исследовании «Анализ генотипов томата с использованием iPBS маркеров» Корж С.О. сделала вывод о возможности использования iPBS маркерных систем для определения степени полиморфности генотипов томата.

Дюсибаева Э.Н., рассматривала генетический полиморфизм коллекции проса с использованием группы iPBS маркеров, согласно которым «...результаты оценки и статистического анализа позволили рекомендовать iPBS маркеры как один из перспективных методов для определения генотипического разнообразия коллекции проса».

Изучения коллекции высокогорного хлопчатника с помощью системы маркеров iPBS-ретротранспозонов позволили обнаружить богатое многообразие в зародышевой плазме. Что давало дополнительный инструмент помощи селекционерам при разработке селекционных программ. Эти результаты также показали применимость и эффективность iPBS-ретротранспозонов для молекулярной характеристики зародышевой плазмы хлопка.

Оценка уровня полиморфизма берёзы повислой с помощью iPBS маркеров позволила опытным путем отобрать маркеры с высоким уровнем полиморфизма (*Betula pendula*).

Исследование выющихся растений *Cissampelopsis* (Астровые) в Таиланде основывалось на выявлении популяционных генхарактеристик и их структур для лучшего понимания биологии и закономерности видообразования в этом роде. Исследование доказало эффективность системы маркеров iPBS для оценки популяционной генетической изменчивости и структуры генотипов *Cissampelopsis* (Vanijajiva, O., 2020).

Рассмотрение генетического разнообразия диких видов и культурных сортов древовидного пиона с помощью iPBS маркеров позволили выделить более информативные маркеры на основе полиморфной амплификации. Комплекс последовательных статистических обработок показал, что iPBS-маркеры являются полезными инструментами для классификации зародышевой плазмы древовидных пионов для селекции и молекулярной идентификации их сортов (Kalendar, R., 1999; 2006; 2008; 2011; 2018).

Таким образом, выше приведенные примеры доказывают успешное использование ретротранспозонных маркеров межпраймерных сайтов связывания (iPBS) в изучении генетического разнообразия различных культур, что позволяет нам применить их для такой стратегически важной культуры как ячмень.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в период 2021-2024 гг. в ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. Лабораторные исследования проводили на базе Центра искусственного климата и Центра молекулярно-генетических исследований, закладка полевых опытов осуществлялась на опытной станции УОХ «Кубань».

2.1 Исходный материал

В качестве основного исходного материала, в своих исследованиях мы использовали сорта и селекционные линии селекции ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». Кроме того, в программу изучения были включены образцы мировой коллекции, предоставленные ФИЦ Всероссийским институтом генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР), сорта селекции ФГБНУ «НЦЗ им. Лукьяненко», ФГБНУ «АНЦ Донской», ООО «Агростандарт» и других отечественных селекционных учреждений и зарубежных центров.

Всего в изучении было 134 сортообразца различного эколого-географического происхождения. Исходный материал и гибридные селекционные формы изучались диссертантом совместно с сотрудниками Центра молекулярно-генетических исследований и Центра искусственного климата Кубанского ГАУ.

2.2 Методика лабораторных и полевых опытов

Подготовка растительного материала и выделение ДНК

Для выделения ДНК при проведении молекулярно-генетических исследований были использованы семи дневные ростки озимого ячменя. Проращивание проводилось в чашках Петри, в соответствии с ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести».

СТАВ-метод (Murray and Thompson, 1980) использовали для выделения ДНК. Для это подготавливалась навеска 100 мг листьев каждого образца. После чего в керамических ступках при помощи пестиков ее растирали с добавлением 810 мкл 2 % СТАБ буфера и переносили в пробирки. Затем добавляли ПВПП (поливинилпирролидина). Далее пробирки 30 минут прогревали на водяной бане при 65 °С, перемешивая каждые 5-10 минут. После чего охлаждали пробирки до комнатной температуры и добавляли к каждой из них 810 мкл смеси 24 хлороформ: 1 изоамиловый спирт, гомогенизируя полученный раствор на вортексе. Следующий шагом центрифугировали образцы при 13000 оборотах 15 минут и переливали верхнюю фазу в новую пробирку объемом 1,5 мл. Настоящий этап повторили трижды. В новые пробирки с супернатантом внесли по 50 мкл 3М ацетата натрия, 150 мкл 4М NaCl и 540 мкл холодного изопропанола. Все гомогенизировали и поместили на 30 минут в холодильник на –20 °С. И снова центрифугировали 15 минут при 13000 оборотах. После, сливали жидкую фазу внесли по 100 мкл 10М ацетата аммония и 1000 мкл холодного этанола. И перемешав в руках помещали в морозилку на 30 минут при –20 °С. Далее центрифугировали 10 минут при 13000 оборотах. Полученную жидкую фазу удаляли и промывали 70 % спиртом (500 мкл), центрифугируя при 13000 оборотах в течение 2 минут. Далее сливали жидкую фазу, оставив только осадок и помещали в термостат на 37 °С до полного удаления спирта. В завершении осадок разбавляли в ТЕ-буфере и оставляли в термостате на 20 минут при 37 °С для лучшего растворения (Ibrahim R. A., 2011; Krizamn M., 2002).

Наличие выделенной ДНК в пробирке определяли используя спектрофотометр IMPLEN NanoPhotometr N60.

Проведение полимеразной цепной реакции

Оценка генетического разнообразия генотипов озимого ячменя проводилась методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). Реакцию амплификации проводили в ДНК амплификаторе «BioRad», производства Германия.

Для проведения ПЦР использовали следующие компоненты реакционной смеси: 16 мкл – деионизированная вода; 2,5 мкл - 10x buffer, обеспечивающий необходимые условия реакции; 0,5 мкл - смесь dNTP; 4 мкл – праймер; 1 мкл - термостабильная Taq-полимераза; 2 мкл ДНК-матрица. ПЦР проводили в конечном объеме реакционной смеси 26 мкл.

Программа ПЦР содержала следующие этапы: 94 °С – 5 минут начальная денатурация; затем 40 циклов: 94 °С денатурация 30 секунд; 55 °С – отжиг, 30 секунд; 72 °С – элонгация, 1 минута; 72 °С – финальная элонгация, 10 минут.

Визуализация продуктов ПЦР-реакции

Оценку проведенной ПЦР-реакции проводили методом электрофореза в 2%-ном агарозном геле, окрашенным бромистым этидием. Результаты документировали при помощи гель-документирующей видеосистемы GelDoc. Размер аллелей локусов определяли с использованием программного обеспечения Gel-Pro Analyser 3.1 относительно маркера молекулярного веса DNA Ladder 1 kb 250–10000 п.о. (ЗАО «Евроген»).

Молекулярно-генетические маркеры, использованные в работе

Для изучения сортов и линий озимого ячменя в работе было использовано 24 iPBS маркера следующей нуклеотидной последовательности.

Таблица 1 – Нуклеотидная последовательность использованных в работе молекулярных маркеров

№ п/п	Маркер (iPBS)	Нуклеотидная последовательность (5'-3')
1	2373	GAAC TTGCTCCGATGCCA
2	2074	GCTCTGATACCA
3	2228	CATTGGCTCTTGATACCA
4	2415	CATCGTAGGTGGGCGCCA
5	2230	TCTAGGCGTCTGATACCA
6	2075	CTCATGATGCCA
7	2078	GCGGAGTCGCCA
8	2237	CCCCTACCTGGCGTGCCA
9	2374	CCCAGCAAACCA
10	2375	TCGCATCAACCA
11	2376	TAGATGGCACCA
12	2095	GCTCGGATACCA

№ п/п	Маркер (iPBS)	Нуклеотидная последовательность (5'-3')
13	2330	CATCCCAGAGTTCGACCCTAGAGC
14	2309	TGCCGCTGCTAGGGACGAATCA
15	2321	CAATAAGTAACCTGATCCCCGGAC
16	2346	CATGAATCAGCTGAGACACCAA
17	2328	AATCAAGGAGCACCAGCTGGAC
18	2311	CAGCTGAGACACCAATTGGGCATGAA
19	2312	GAGCTTAGTGAACGACTAAGTCCGTG
20	2334	CAAAAATAAGTGCGCACTCCAAGTCA
21	2303	TGGACACGAATCAGCTGAGAC
22	2339	TGTGAAATGACCGTCACGCCCTTGG
23	2341	CCGCACGAGCTTAGTGAACGACTA
24	2306	TACCTTCCCGATAAGTAACCTGACC

Праймерные последовательности, использованные в настоящей работе синтезированы ЗАО «Евроген», Россия.

Полевые опыты

Полевые опыты закладывали согласно методике государственного сорто-испытания сельскохозяйственных культур (2019).

Агротехнические почвенные мероприятия проводили в соответствии с общепринятой технологией для условий центральной зоны Краснодарского края (Шевцов, В.М., 2007). Предшественником на посевных площадях, занимаемых нашим опытом, была кукуруза на зерно. Сев осуществляли сеялкой «Клён-1,5 С». Норма высева составила – 450 всхожих зерен на 1 м². Стандартный сорт – Стратег высевали через каждые 10 номеров (Доспехов, Б.А., 1973; 1985). В течение вегетационного периода фиксировали даты начала фаз развития растений, оценивали степень поражаемости фитопатогенами (Посыпанов, Г.С., 2006; Рруденко, А.И., 1950; Гешеле, Э.Э., 1978).

Перед началом уборочных мероприятий анализировали продуктивный стеблестой, высоту растений, количество зерен в колосе, длину колоса (Омаров, Д.С., 1975; Orhan, E., 2023).

С целью создания нового селекционного материала применяли гибридизацию с использованием принудительного опыления. Гибридные семена и их родительские формы высевали в поле ручным способом.

Оценку морозостойкости проводили прямым промораживанием с помощью модифицированного способа В.М. Шевцова.

При полной спелости зерна осуществляли уборку урожая малогабаритным комбайном «TERRION 2010». После взвешивания пересчитывали урожайность на 14%-ную влажность.

2.3 Почвенно-климатические условия в годы исследований

Почва, на которой были проведены исследования – выщелоченный легкоглинистый сверхмощный чернозем с мощностью гумусового горизонта 147 см и содержанием 61-64% физической глины, 37-40 % илистых частиц и от 3 до 6 % песка (Вальков, В.Ф., 2001).

В пахотном слое содержалось от 2,5 до 2,9 % гумуса, а в 2-х метровом слое – 457 т/га (Вальков В.Ф., 1991).

Валовые запасы фосфора, в пахотном слое почвы варьируют от 0,16 до 0,18 % (6,5 – 7,8 т/га), калия – от 1,5 до 2,0% (50 т/га). При этом их общие запасы в 1,5 м слое изменяются от 35 до 40 и от 370 до 380 т/га. Гигроскопичность не превышает 9,1 – 10 %. Влажность завядания 13,6 – 15,3%, а доступная для растений 16,1–34,4 % от веса почвы, что достаточно высоко при такой мощности гумусового слоя (Паркина, О.В., 2011).

Уровень фосфора и обменного калия в пахотном слое почвы варьирует от повышенного до очень высокого. В верхнем слое преимущественно наблюдается нейтральная реакция (рН 6,8–7,0). Имеет 33,0–34,3 мг/экв на 100 г почвы поглощенных оснований, где кальций занимает 80 %. При этом общая насыщенность почв основаниями составляет от 96 до 98 %.

Несмотря на высокое плодородие описанного типа почв, крайне важно возмещать элементы питания различного вида, вынесенные урожаем, а также дополнительно вносить соединения фосфора (Посыпанов, Г.С., 2006).

Опытное поле характеризовалось высокой выравненностью уровня плодородия, что в свою очередь обеспечивало равномерное распределение влаги и питательных веществ для эффективного возделывания озимого ячменя.

Климат. Центральная зона Краснодарского края имеет умеренно – континентальный, влажный и теплый климат с затяжными весенними заморозками. Переход температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$ наблюдается 20–25 марта. Достаточный объем осадков (от 500 до 800 мм в год) создает благоприятные условия для возделывания озимого ячменя и других сельскохозяйственных культур.

Зимой температура воздуха опускается в среднем $-3,5^{\circ}\text{C}$ в январе. Снежный покров неустойчив, что пагубно влияет на перезимовку озимых, подвергающихся частому вымерзанию и выпреванию за счет образующихся на поверхности почвы ледяных корок. Безморозный период 185–225 дней. Влага в почве накапливается преимущественно в зимний период, за счет чего физическая спелость почвы наступает только к концу марта.

Летом температура воздуха достигает $38-40^{\circ}\text{C}$, что способствует формированию низкой относительной влажности воздуха 60–65 % и острому дефициту влаги. Кратковременные ливни в общей сумме за вегетацию насчитывают 250–400 мм, от 643 мм осадков выпадающих за год в целом. Коэффициент увлажнения (КУ) равен 0,30 – 0,40. Как правило наибольший объем осадков выпадает осенью и зимой.

Преобладание западного и восточного направления ветров оказывают свое влияние на климат. Восточный ветер несет с собой жаркое и сухое лето, а весной провоцирует сильное испарение пахотного слоя.

Хотя центральная часть Краснодарского края не всегда демонстрирует благоприятные погодные условия, большинство сельскохозяйственных культур, и озимый ячмень в частности, формируют высокие урожаи высококачественного зерна (54).

Погодно-климатические условия в годы исследований

2020-2021 сельскохозяйственный год. Сентябрь 2020 года характеризовался высокими температурами $22,4^{\circ}\text{C}$, что на $4,6^{\circ}\text{C}$ выше нормы (Рисунок 6).

К среднемноголетним настоящим показатели приблизились лишь к концу месяца. Осадки в первой декаде сентября выпадали неравномерно, во второй декаде совершенно отсутствовали (Рисунок 7, Приложение А).

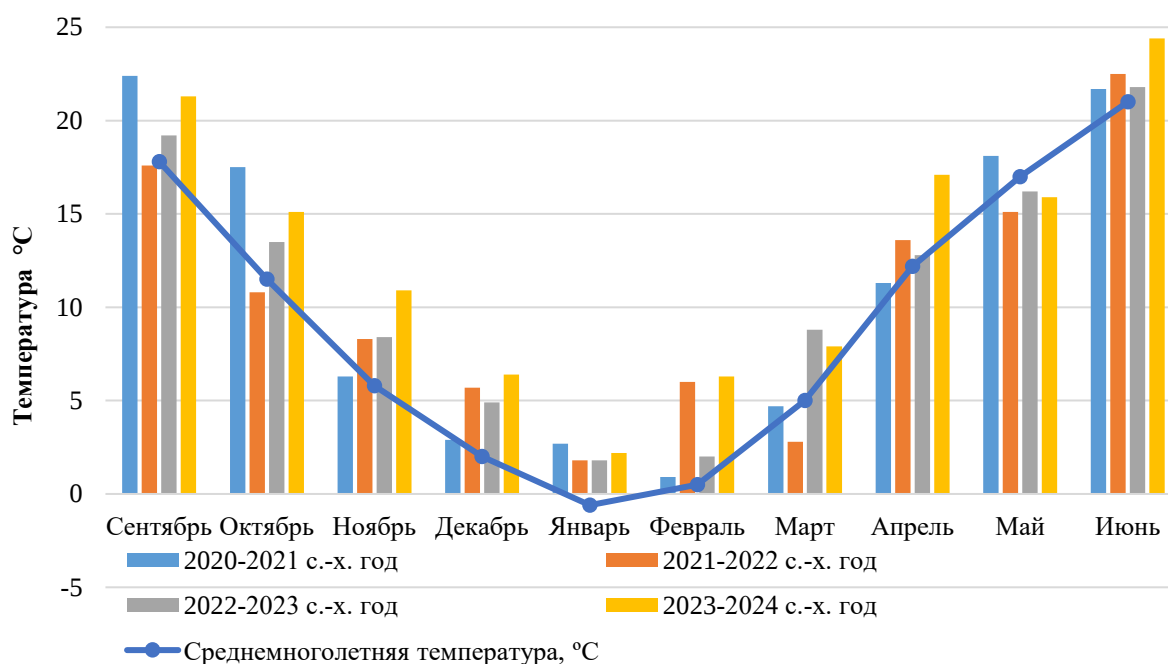


Рисунок 6 – Среднесуточная температура воздуха в период исследований (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Тепло октября 2020 года было обусловлено среднесуточной температурой воздуха на 6 °C превышающей норму. К концу октября началось кушение благодаря дождям, прошедшим во второй половине месяца. Сумма осадков за месяц составила 14-17 мм, что имело благоприятно отразилось на посевах озимого ячменя, вступивших в фазу кушения.

Ноябрь 2020 года не отличался по температурным значениям от средних многолетних данных, однако осадков было мало 35 мм, при норме 68 мм, а в декабре сумма осадков составила 22,6 мм при 72 мм среднемноголетних значениях.

Январь и февраль 2021 года превышали среднемноголетнюю норму выпавших осадков на 40,7 мм, с рекордными показателями в феврале - 91,1 мм. Температура воздуха в зимние месяцы не опускалась ниже 0,9°C и уже в марте начала активно расти на 0,3°C превысив среднемноголетние данные. Столь

благоприятные условия сопровождались обилием весенней влаги, на 17,7 мм больше многолетних данных.

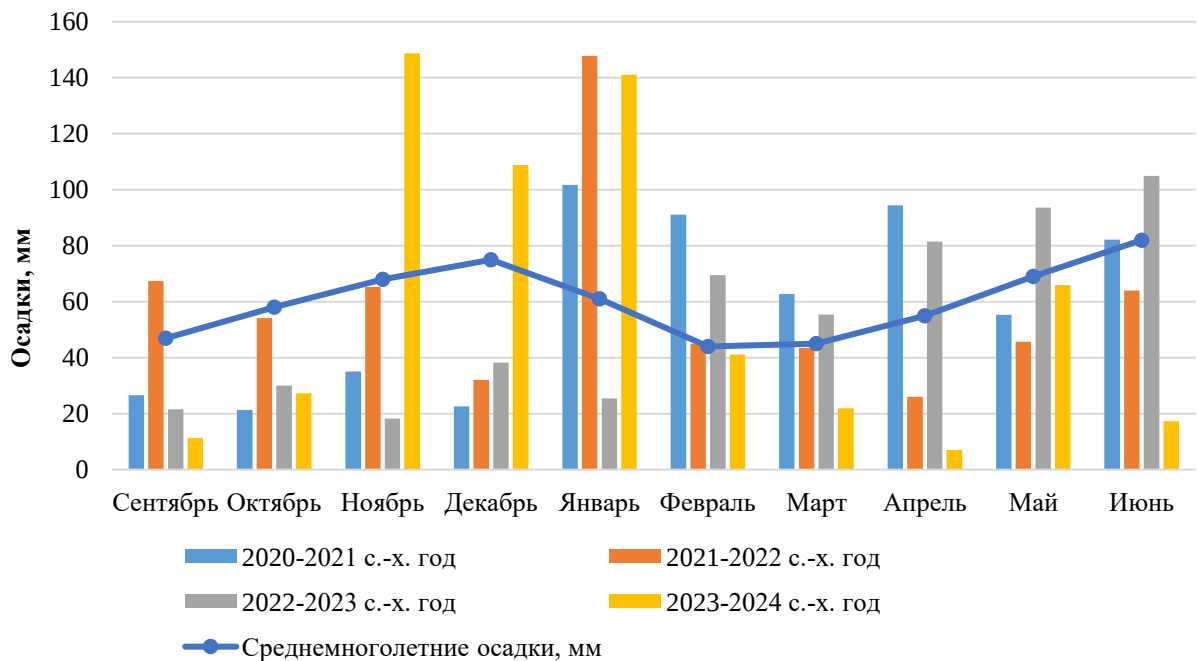


Рисунок 7 – Количество осадков в период исследований (по данным метеостанции «Круглик» г. Краснодар)

Увеличение осадков (94,4 мм) в сочетании с температурными режимами, не выходящими за пределы многолетних данных, создали благоприятные условия для вегетации озимого ячменя. А уже во время цветения наблюдался рост температур относительно средних значений, достигая 20,1°C, при среднемесечном показателе – 18,1°C. Количество осадков составило 55,3 мм, что ниже нормы на 13,7 мм.

Среднесуточная температура июня 2021 года была на уровне среднемноголетних показателей в 21,7°C и способствовала благоприятному, своевременному наливу и созреванию зерна.

Погодные условия исследуемого года оказали положительное влияние на развитие растений озимого ячменя и получение высокого урожая.

2021-2022 сельскохозяйственный год. Температура воздуха в сентябре (17,6 °C) была на уровне многолетних данных, при этом, как показано на рисунке 7, осадков выпало на 83,3 % больше средних многолетних данных. В

октябре среднесуточная температура воздуха была 10,5°C. Все это способствовало своевременному появлению всходов. В ноябре температура на 2,5 °C, была выше многолетних значений, количество осадков варьировало в пределах нормы. На посевах отмечалось кущение. Положительное влияние погодно-климатических условий осеннего периода позволили посевам озимого ячменя активно вегетировать вплоть до середины ноября и в отдельные теплые дни второй половины месяца.

В декабре 2021 и январе 2022 года наблюдалось повышение температуры и неравномерное выпадение осадков. Дожди первой половины января и мокрый снег - второй, сформировали 282 % осадков от нормы. В феврале осадки были на уровне средних многолетних значений. Снежный покров не допустил вымерзания посевов, общие условия перезимовки сложились благоприятно для перезимовки посевов.

Март 2022 года был холоднее обычного на 2,2 °C. Осадков в сумме выпало 43,5 мм, что было на уровне многолетних данных.

В апреле начался период активной вегетации, протекающий в удовлетворительных условиях из-за недостатка влаги, так как общее количество осадков было ниже среднемноголетнего уровня на 52,7 %.

Прохладная погода мая 2022 года незначительно замедлила развитие растений озимого ячменя. Однако уже к концу месяца общий температурный фон соответствовал многолетним значениям. При этом осадков выпало в половину меньше средних норм по этому месяцу. Налив зерна озимого ячменя проходил в благоприятных условиях. Среднесуточная температура воздуха в июне составила 22,5°C.

Погодно-климатические условия рассмотренного сельскохозяйственного года способствовали формированию средних урожаев озимого ячменя.

2022-2023 сельскохозяйственный год. Сентябрь 2022 года при оптимальных температурах, соответствующих средним многолетним наблюдениям, отличался острой нехваткой осадков, недобор которых составил 50-75 % нормы. Посев был произведен в сухую почву. Такая же тенденция продолжила свое

развитие и в октябре, с температурой воздуха на 2°С выше нормы. В ноябре выпало всего 26,8 % осадков относительно нормы. Первая и вторая декады декабря характеризовались в 2,7 и 3,7 мм выпавших осадков соответственно. Таким образом, не смотря на более высокий по сравнению со значениями норм температурный режим осенних и зимних месяцев, сложившиеся условия создали острый дефицит влаги, оказавший негативное влияние на посевы.

Зима характеризовалась неустойчивым температурным режимом с резкими перепадами. С понижением температуры атмосферного воздуха 21-22 декабря 2022 года, озимый ячмень окончательно прекратил вегетацию.

Недобор осадков продолжился и в январе. В целом за месяц выпало 41,6 % от показателей нормы. Растения продолжали ощущать недостаток влаги. Средняя температура составила 1,8 °С.

Осадки в виде дождя, мокрого снега и снега (69,5 мм) посевы озимого ячменя от вымерзания, благодаря чему перезимовка прошла благоприятно.

В марте 2023 года зафиксировано частое, но неравномерное выпадение осадков и сильные заморозки. Средняя за месяц температура воздуха составила 8,8 °С, что на 3,8 °С выше нормы, в то время как минимальная снижалась до 0...– 5 °С. В период 30-31 марта наблюдались заморозки в воздухе категории опасного явления.

Апрель по температурному фону был на уровне среднесноголетних значений, однако в середине месяца наблюдался заморозок на поверхности почвы –1,1°С в течение 1-2 дней. Количество выпавших 81,5 мм осадков превышало средние данные на 26,5 мм.

Май и июнь 2023 года были в пределах климатической нормы. Перепады температур зафиксированы не были. Все это создало оптимальные условия для цветения и налива зерна ячменя, полная спелость которого отмечалась уже к третьей декаде июня. Ливневые дожди способствовали превышению нормы осадков более чем на 130 %.

Погодно-климатические условия 2022-2023 сельскохозяйственного года характеризовались острым недостатком влаги в осенне-зимний период. Все

это в комплексе с отсутствием продуктивной влаги в период активного кушения, вызвало снижение генетического потенциала культуры, и в целом получен урожай ниже средних показателей.

2023-2024 сельскохозяйственный год. Сентябрь 2023 года по температуре воздуха превышал средние показатели на 3,5 °С (Рисунок 6). Как и в предыдущем сельскохозяйственном периоде наблюдался недостаток влаги, выпало 11,3 мм, что на 35,7 мм меньше нормы. При этом в третьей декаде осадки отсутствовали, в результате посев снова был произведён в сухую почву.

Октябрь 2023 года был необычно тёплым, так температура воздуха составила 15,1 °С, превысив среднее многолетнее значение на 23,8 %. Однако выпало всего 27,3 мм осадков, что спровоцировало острый дефицит влаги у растений и как следствие начальный период роста и развития был неудовлетворительным.

Уже в ноябре большое количество осадков (148,7 мм) и повышенная температура (10,9 °С) способствовали благоприятному росту и нормальному кушению озимого ячменя.

Перезимовка посевов протекала в благоприятных условиях за счет температур воздуха и обилия осадков, превышающих средние значения многолетних наблюдений.

Март 2024 года характеризовался неустойчивым температурным режимом. Среднемесячная температура воздуха составила 7,9 °С, что на 2,9 °С выше нормы, что спровоцировало возобновление вегетации. Наблюдался недостаток влаги, осадков выпало 21,9 мм, что, в 2 раза меньше значений нормы.

В апреле 2024 года среднесуточная температура воздуха составляла 17,1 °С, что на 28,7 % выше нормативных показателей за аналогичный период за все годы наблюдений. Осадков выпало всего 7,0 мм, что на 87,3 % меньше средней нормы. Высокие температуры апреля способствовали активному развитию озимого ячменя и в конце месяца посевы вступили в фазу колошения.

В мае наблюдалось снижение температуры воздуха относительно показателей среднемноголетней нормы на 1,1 °С. Сложившиеся условия замедлили развитие растений, но за счет условий апреля общие темпы роста озимого ячменя опережали средние многолетние сроки на 10-15 дней.

Июнь отличался повышенной температурой воздуха (на 4,4 °С выше нормы) и дефицитом почвенной влаги. Такой комплекс окружающих условий способствовал ускоренному созреванию озимого ячменя и 19 июня была проведена уборка.

В течение 2023-2024 сельскохозяйственного года наблюдалось недостаточное количество осадков. Так выпало 642,2 мм, что ниже нормы на 70,8 мм. При этом их обилие на начальных этапах развития растений дало возможность максимально реализовать генетический потенциал культуры и получить урожай выше средних показателей.

2.4 Статистическая обработка данных

Статистическую обработку данных осуществляли по согласию методическим рекомендациям в редакции Б.А. Доспехова (2011). Дисперсионный анализ выполняли на персональном компьютере с использованием Microsoft Excel 2010.

Анализ встречаемости аллелей проводили в программе – макросе GenAlex 6.3 для MS Excel. Для расчета генетического разнообразия исследованных генотипов использовался дополнительный макрос MS Excel – ANOVA. Метод главных координат (PCoA) применялся для анализа генетического родства изученных генотипов озимого ячменя. Для кластеризации образцов был выбран метод «Neighbor-Joining» программы MEGA11. Анализ структуры популяции всей проанализированной выборки сортов ячменя в программе STRUCTURE. Structure Selector применяли для анализа генетических данных и определения распределения генотипов по различным мнимым группам (Li Y.L, 2018)

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

3.1 Анализ генетического и фенотипического разнообразия сортов и линий озимого ячменя

Исследование генетического разнообразия 134 сортов и линий озимого ячменя проводили с использованием 24 iPBS-маркеров. Для более детального анализа вся выборка предварительно была разделена по происхождению на следующие группы: мутантные формы (24 образца), устаревшие и современные российские сорта (9 и 30 образцов соответственно), селекционные линии (13 образцов) и сорта озимого ячменя зарубежной селекции (58 образцов).

Анализ генетического разнообразия представлял собой многоступенчатый процесс, включающий в себя выделение ДНК из образцов, постановка ПЦР реакции, а так же детекция её продуктов с помощью электрофореза в 2 % агарозном геле (рисунок 8).

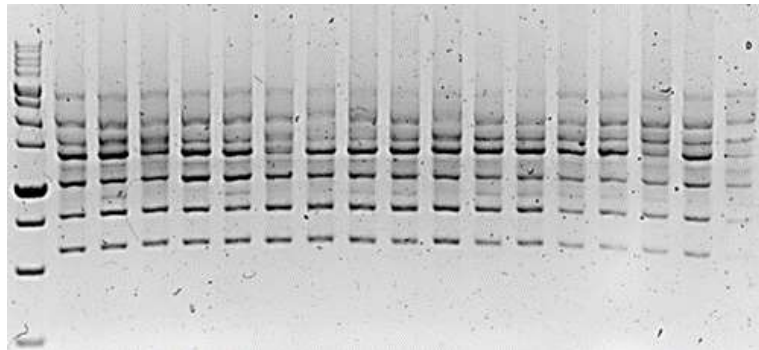


Рисунок 8 – Часть результатов визуализации продуктов ПЦР – реакции

Полученные электрофореграммы (Приложение Б) подвергали комплексу статистических обработок, анализируя частоты встречаемости аллелей и генетическое взаимоотношение между образцами. На основании чего образцы объединяли в кластеры, а затем рассматривали структуру каждой популяций.

Так как основной задачей наших исследований был генетически обоснованный подбор родительских пар для скрещиваний, дальнейшая обработка полученных данных проводилась по каждой из выделенных групп отдельно,

чтобы понять на сколько образцы одной популяции генетически отличаются друг от друга. И только после этого анализировалась выборка в целом.

3.1.1 Анализ частот встречаемости аллелей каждой из изучаемых групп

Генетический анализ 134 генотипов озимого ячменя с применением 24 iPBS праймеров основывался на дальнейшей обработке полученных электрофореграмм, которых насчитывалось более 140. Программное обеспечение Gel-Pro Analyser 3.1 использовали для определения размера локусов, относительно выбранного нами маркера молекулярного веса - DNA Ladder 1 kb, содержащего 14 фрагментов от 250 до 10000 п.н.

Наличие бенда в определенных локусах у всех образцов озимого ячменя принималось за 1 или отсутствие за 0 (Приложение В). Оценивались только чёткие, яркие полосы, а бледные, слабые полосы игнорировались. Полученная бинарная матрица была подвергнута дальнейшему анализу с использованием дополнительного макроса MS Excel – GenAlex для расчета количества полос на генотип.

Подсчет количества полос на генотип выявил 29138 полиморфных, чётко различимых и воспроизводимых электрофоретических полос в диапазоне от 250 до 10000 п.н., по 217 бендов на образец в среднем по опыту (Приложение В, таблица №2).

Самое большое число полос наблюдалось в образцах первой популяции, где ниже среднего по опыту оказались лишь три номера: 21; 18 и 22, сформировавшие по 207; 208 и 215 бендов соответственно. Максимальное значение было в образце под номером 14 – 302 полосы. Именно эта популяция сделала среднее значение проявленных бендов по всему опыту таким высоким, показав на 24 образца 6211 электрофоретических полос.

Вторая популяция, представленная тридцатью сортами озимого ячменя современной отечественной селекции, насчитывала 5825 бендов. При этом 9

из них превышали среднее по опыту число полос на генотип. Наибольшее значение имел сорт Сармат – 258 бендов, самое низкое значение в рассматриваемой выборке показал сорт Платон – 136 полос.

Стародавние российские сорта озимого ячменя, которые по праву можно назвать родоначальниками настоящей культуры на юге нашей страны и не только, были объединены в популяцию под номером три. Их посевные площади занимали обширные территории в годы массового возделывания, а сегодня селекционеры широко используют их в гибридизации как источники хозяйственно-ценных признаков. Электрофорез продуктов ПЦР-реакции в агарозном геле позволил визуализировать в общей сложности 1740 бендов в популяции, по 193 полосы на генотип, что на 20 единиц ниже среднего по опыту значения. В данной группе только сорт Радикал превысил среднее по всему опыту число электрофоретических полос на 2. Наименьшее число бендов отмечено у сорта Циклон – 151.

Молекулярно-генетический анализ тринадцати селекционных линий озимого ячменя, находящихся в работе коллектива Центра искусственного климата Кубанского ГАУ показал, что количество сформировавшихся в них полос варьировало от 174 до 233 в генотипах образцов номер 71 и 75 соответственно. И лишь четыре образца из всей популяции превышали среднее число бендов на генотип по всему опыту.

Самая многочисленная группа, представленная сортами зарубежной селекции образовала популяцию под номером 5. Она объединила в себя 58 сортов озимого ячменя разных стран и континентов, за счет чего представляет особый интерес для селекции. Детекция продуктов амплификации позволила визуализировать в общей сложности 12614 полос в 58 генотипах. При этом в образце под номером 116 (Иней) - число электрофоретических полос было максимальным - 275, в образце номер 110 (Me Mair 601) - минимальным – 169. Стоит отметить, что количество бендов выше средних 217 по всему опыту в рассматриваемой популяции наблюдалось у тридцати сортов, 2 были на

уровне и 26 не достигли среднего значения по всей происследованной выборке.

Резюмируя всё вышесказанное важно обратить внимание, что пять популяций, представленных 134 генотипами озимого ячменя существенно отличались друг от друга по числу визуализированных электрофоретических полос. Так в группе образцов, подвергнутых обработке мутагенами, среднее число в 259 бендов на генотип было самым высоким среди изученных популяций. За ней следовали популяции сортов зарубежной селекции и селекционные линии со средними значениями равными 217 и 211 бендов на генотип внутри своей популяции. Сорта отечественной селекции, как современные так и старые, каждый внутри своей группы по усредненным данным показали по 194 и 193 бенда на генотип

Таблица 2 - Результаты детекции продуктов ПЦР – реакции

№ п/п	Наименование образца	Номер популяции	Кол-во электрофоретич. полос на генотип
1	Бронскайли НММ 1:3000-6 ч	1	239
2	Бронскайли НММ 1:2000-12 ч	1	270
3	Бронскайли НММ 1:2000-6 ч	1	279
4	Бронскайли НММ 1:2500-18 ч	1	266
5	Шампи НЭМ1:3000-12ч	1	278
6	Фараон НЭМ 1:3000-12 ч	1	248
7	Иосиф НММ 1:2000-6 ч	1	286
8	Иосиф НММ 1:2000-18 ч	1	297
9	Белогорыч × Платон + НММ 1:3000-6 ч	1	278
10	Стратег НММ 1:3000-6 ч	1	265
11	Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч × Гордей НЭМ 1:3000-12 ч	1	275
12	Иосиф НММ 1:2500-18 ч	1	260
13	Иосиф НММ 1:2500-6 ч	1	275
14	Стратег НММ 1:2500-6 ч	1	302
15	Стратег НММ 1:2500-18 ч	1	292
16	Белогорыч × Платон +НММ 1:2000-6 ч	1	294
17	Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч	1	277
18	Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч	1	208
19	Каррера НЭМ 1:3000-24 ч	1	218
20	Достойный НЭМ 1:1500-6 ч	1	229
21	Достойный НЭМ 1:3000-12 ч	1	207
22	Иосиф НММ 1:3000-6 ч	1	215
23	Бронскайли НММ 1:3000-12 ч	1	222
24	Михайло НЭМ 1:3000-24 ч	1	231

Сумма			6211
Среднее			259
25	Стратег	2	200
26	Спринтер	2	235
27	Рубеж	2	224
28	Молот	2	226
29	Ларец	2	232
30	Вася	2	222
31	Иосиф	2	220
32	Каррера	2	230
33	Лайс	2	208
34	Шелк	2	204
35	Сельхоз	2	197
36	Серп	2	213
37	Сармат	2	258
38	Агродеум 21	2	219
39	Агродеум 11	2	200
40	Гордей	2	214
41	Самсон	2	185
42	Тимофей	2	158
43	Ерема	2	143
44	Юрий	2	166
45	Версаль	2	164
46	Мир	2	185
47	Хорс	2	166
48	Жигули	2	137
49	Павел	2	169
50	Федор	2	171
51	Романс	2	184
52	Сатурн	2	173
53	Преемник	2	186
54	Платон	2	136
Сумма			5825
Среднее			194
55	Циклон	3	151
56	Силуэт	3	215
57	Радикал	3	219
58	Бастион	3	185
59	Козырь	3	201
60	Михайло	3	207
61	Кондрат	3	180
62	Хуторок	3	177
63	Добрыня 3	3	205
Сумма			1740
Среднее			193
64	КА-7	4	216
65	КА-5 × КА-3	4	229
66	КА-12	4	216
67	Гордей × КА-6	4	226
68	Хуторок х КА-1	4	209

69	КА-3 × КА-5	4	205
70	Садко × Скарпия	4	195
71	ZG 5	4	174
72	КА-3 × Спринтер	4	205
73	КА-1 × Спринтер	4	199
74	(КА-3 × Ларец) × Спринтер	4	210
75	AS 070418	4	233
76	КА-2 × КА-12	4	231
Сумма			2748
Среднее			211
77	VA08B-85	5	171
78	Harison	5	228
79	SZD-7385	5	236
80	SY Leo	5	224
81	Паттерн	5	237
82	Delicatessen	5	239
83	Breuskylie	5	241
84	Campill	5	228
85	Хайлайт	5	232
86	Horley	5	240
87	Novosadski 519	5	194
88	Меркурио	5	216
89	Майбрит	5	223
90	SY Baracooda	5	226
91	SY 215362	5	242
92	SY 215361	5	226
93	SY 216489	5	217
94	Hoody	5	179
95	524/34	5	202
96	NB 0301-Henan	5	207
97	Okal	5	192
98	Purdue	5	179
99	Жердун	5	206
100	Berangere	5	170
101	Плезант	5	220
102	Aimable	5	220
103	Conde	5	229
104	Travelling	5	212
105	Elektra	5	217
106	Acton	5	179
107	SCO 1/WA 1356/BMS	5	202
108	IW 18-7-6-7	5	208
109	Tukwa	5	177
110	Me Mair 601	5	169
111	Fakir	5	177
112	Laser	5	178
113	Santos	5	254
114	Tamaris	5	262
115	Krimhild	5	262
116	Иней	5	275

117	Изгрев	5	257
118	Вежен	5	261
119	75777/75	5	262
120	59-86-59	5	253
121	ОВ.154.1-70/22425 CMB 74 A	5	251
122	Hamber	5	183
123	Sigra Gralo	5	186
124	Адалина	5	246
125	Pamol	5	259
126	RT-570	5	172
127	Зимний	5	219
128	Буслик	5	216
129	Okeane	5	208
130	Juka	5	232
131	Уши	5	185
132	Восход	5	184
133	Девятый вал	5	258
134	561/292	5	186
Сумма			12614
Среднее			217
ВСЕГО		-	29138
Среднее по опыту			217

Статистическая обработка бинарной матрицы с использованием макроса MS Excel – GenAlex (Peakall R., 2005) позволила так же рассчитать процент полиморфных полос, количество частных полос, индекс информации Шеннона (I) и индекс разнообразия (h) (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты анализа генетического разнообразия сортов и линий озимого ячменя по популяциям

Номер популяции	Наименование популяции	Кол-во полиморфных электрофорет. полос	PPV, % (процент полиморфных полос)	Кол-во частных полос	I (индекс Шеннона)	h (индекс разнообразия)
1	Мутанты	3627	58,39	57	0,331	0,226
2	Современные российские	3939	67,63	20	0,348	0,235
3	Стародавние российские	532	30,58	7	0,171	0,116
4	Селекционные линии	1120	40,77	22	0,225	0,152
5	Зарубежные	10134	80,34	80	0,413	0,279
	Всего	16183	55,54	186	0,298	0,202

Процент полиморфных электрофоретических полос сильно варьировал в зависимости от популяции от 30,58 % у старых сортов озимого ячменя отечественной селекции до 80,34 % в группе зарубежных, что говорит об их высокой разнородности. Во всей выборке исследованных генотипов процент полиморфных бендов составил 55,54 % и их общее количество - 16183 ДНК бендов (рисунок 9).

В нашем исследовании четко прослеживается зависимость роста полиморфизма в популяции от увеличения её объема. При этом количество обнаруженных частных полос в популяциях распределилось иным образом. Зарубежные сорта были самой богатой по количеству частных полос популяцией – 57 бендов. Популяция устаревших российских сортов напротив насчитывали их наименьшее количество равное 7 полосам. Группа сортов, подвергнутая обработке мутагенами сгенерировала 57 частных полос, селекционные линии – 22 и популяция объединяющая современные российские сорта – 20.

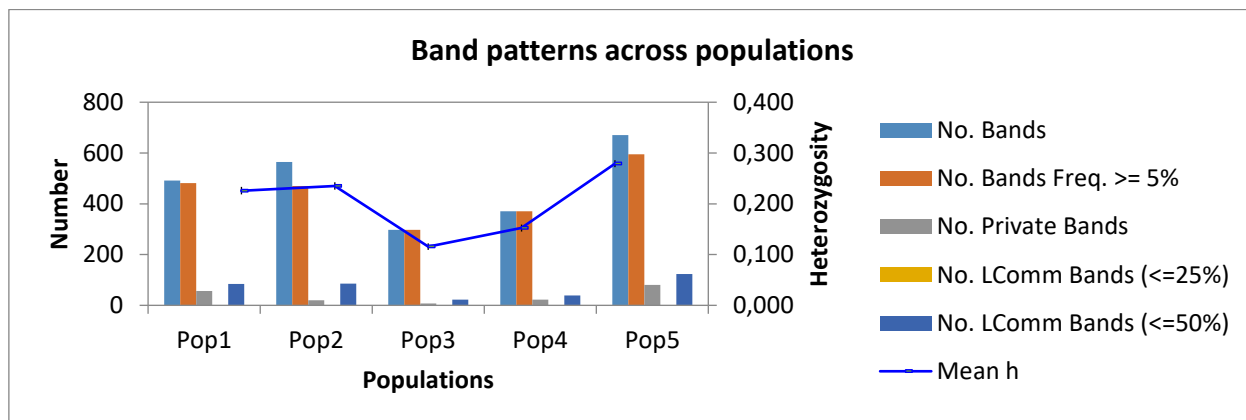


Рисунок 9 – Анализ частот встречаемости электрофоретических полос в популяциях озимого ячменя

Индексы Шеннона и разнообразия, как представлено в таблице изменялись от 0,171 и 0,116 в популяции под номером три до 0,413 и 0,279 в популяции номер 5 соответственно. Общие значения для всей выборки составили

по индексу Шеннона 0,298 и 0,202 по индексу разнообразия (h). Эти результаты указывают на то, что анализируемые популяции демонстрируют высокую степень генетической изменчивости и богатое генетическое разнообразие.

3.1.2 Оценка генетических взаимоотношений между образцами озимого ячменя по методу главных координат (РСоА)

Для оценки генетических взаимоотношений между сортами и линиями озимого ячменя как внутри каждой популяции, так и относительно всей изучаемой выборки были составлены матрицы генетических расстояний, на основании которых проводили анализ главных координат (РСоА). Этот статистический инструмент используется для сопоставления многомерных данных и дальнейшего установления взаимосвязей на основе сходств или различий.

Это особенно интересно в генетических исследованиях, когда имеется множество переменных, сложно связанных между собой. Вместо того чтобы пытаться анализировать все переменные одновременно, настоящий метод позволяет свести данные к нескольким основным осям (главным компонентам или координатам), которые отражают наиболее важные закономерности. Таким образом, эти оси становятся новыми, синтетическими переменными и объясняют большую часть вариации в исходных данных, что позволяет увидеть в них скрытые структуры и взаимосвязи, которые были бы не видны при анализе отдельных переменных. В результате макрос GenAlEx (Genetic Analysis in Excel) 6.5 нам дает возможность получить наглядное графическое представление данных, а так-же определить и проанализировать группы объектов и взаимосвязи между ними.

Для более детального анализа каждую популяцию рассмотрим индивидуально.

Мутантная группа представляет особый интерес, так как включает в себя сорта озимого ячменя зарубежной селекции, селекционные линии, а так же

русские сорта нескольких оригинаторов, обработанные особыми химическими препаратами, такими как НММ (нитрозометилмочевина) и НЭМ (нитроэтилмочевина) различной концентрации. Химпрепараты реагируют с ДНК и присоединяют к основаниям углеводородные радикалы. Эти вещества относятся к мутагенам, широко используемым в селекционной работе для получения полезных мутаций растений.

Значения генетического расстояния варьировались от 101 (Бронскайли НММ 1:3000-12 ч против Михайло НЭМ 1:3000-24 ч) до 243 (Иосиф НММ 1:2500-6 ч против Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч) (Приложение Г). Результаты анализа главных компонент показали, что 68,02 % генетической изменчивости анализируемых образцов объясняется первыми тремя компонентами (32,32 %, 20,14 % и 15,56 % соответственно).

Рисунок 10 отражает распределение исследуемых образцов озимого ячменя, обработанных мутагенами на плоскости, определяемой первыми двумя осями. Результат анализа главных компонент позволил выделить две группы, чётко распределённых вдоль оси координат 1 и показал генетическую связь между образцами. В первую группу входили образцы с 18 по 24, которые на половину состоят из сортов селекции ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко» (Рубеж, Иосиф, Михайло).

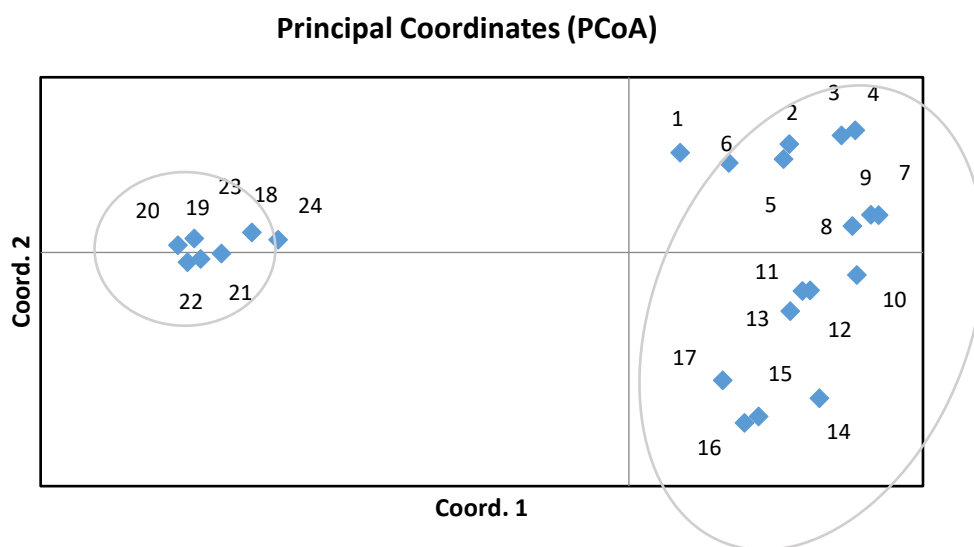


Рисунок 10- Анализ главных координат образцов озимого ячменя, обработанных мутагенами

Стоит отметить, что данная группа сортов подвергалась самой длительной обработке мутагенами, а именно 3 из них были под воздействием НЭМ - 24 часа, 2 по 12 и еще 2 по 6 часов. Также все образцы данной группы, ботанической разновидности *pallidum* Ser, формируют высокорослые растения, имеют длинный колос (9-12 см), крупную хорошо выполненную зерновку массой до 50 грамм и отличаются ранним сроком созревания.

Таблица 4 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 10

№	Наименование образца	№	Наименование образца
1	Бронскайли НММ 1:3000-6 ч	13	Иосиф НММ 1:2500-6 ч
2	Бронскайли НММ 1:2000-12 ч	14	Стратег НММ 1:2500-6 ч
3	Бронскайли НММ 1:2000-6 ч	15	Стратег НММ 1:2500-18 ч.
4	Бронскайли НММ 1:2500-18 ч	16	Белогорыч×Платон+НММ 1:2000-6 ч
5	Шампи НЭМ1:3000-12ч	17	Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч
6	Фараон НЭМ 1:3000-12 ч	18	Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч
7	Иосиф НММ 1:2000-6 ч	19	Каррера НЭМ 1:3000-24 ч
8	Иосиф НММ 1:2000-18 ч	20	Достойный НЭМ 1:1500-6 ч
9	Белогорыч×Платон+НММ 1:3000-6 ч	21	Достойный НЭМ 1:3000-12 ч
10	Стратег НММ 1:3000-6 ч	22	Иосиф НММ 1:3000-6 ч
11	Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч × Гордей НЭМ 1:3000-12 ч	23	Бронскайли НММ 1:3000-12 ч
12	Иосиф НММ 1:2500-18 ч	24	Михайло НЭМ 1:3000-24 ч

Все остальные генотипы (с 1 по 17) объединились во вторую группу, где время обработки менялось от 6 до 18 часов. Представители этой группы относились уже к двум ботаническим разновидностям: *nutans* Schubl. - формирующие двурядный колос и *parallelum* Korn. с плотным шестирядным колосом. Характерной особенностью образцов второй группы явилась их принадлежность к среднеспелой группе по длительности вегетации.

Популяция сортов современной российской селекции, представлена тридцатью современными отечественными сортами озимого ячменя оригинаторов ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, ФГБНУ АНЦ Донской, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина» и ООО «Агростандарт».

Значения генетического расстояния варьировали от 107 (Тимофей против Ерема) до 260 (Вася против Платон) (Приложение Г).

Анализ показал, что первые две главные координаты объясняют 22,92 % генетического разнообразия среди 30 образцов ячменя. Главная координата 1 объясняет 13,41 % разнообразия, а главная координата 2 - 9,51 %.

Согласно рисунку 11 сорта разделились на три группы: в первую группу вошли 13 образцов ячменя, расположенных наиболее близко друг к другу. Так образцы 42 (Тимофей); 44 (Юрий) и 43 (Ерема); 45 (Версаль) имели минимальное расстояние друг от друга, что позволяет говорить о наличии сходств в генетическом профиле. Также эти формы отличаются наиболее высокой устойчивостью среди современных сортов к воздействию низких отрицательных температур, возможно, что данные сорта унаследовали большее количество аллелей именно от родоначальных морозоустойчивых форм. Кроме того, из 13 сортов, только Тимофей и Ерема - это сорта зерноградской селекции, а остальные созданы в НЦЗ имени П.П. Лукьяненко, и имеют достаточно высокие показатели по зимостойкости.

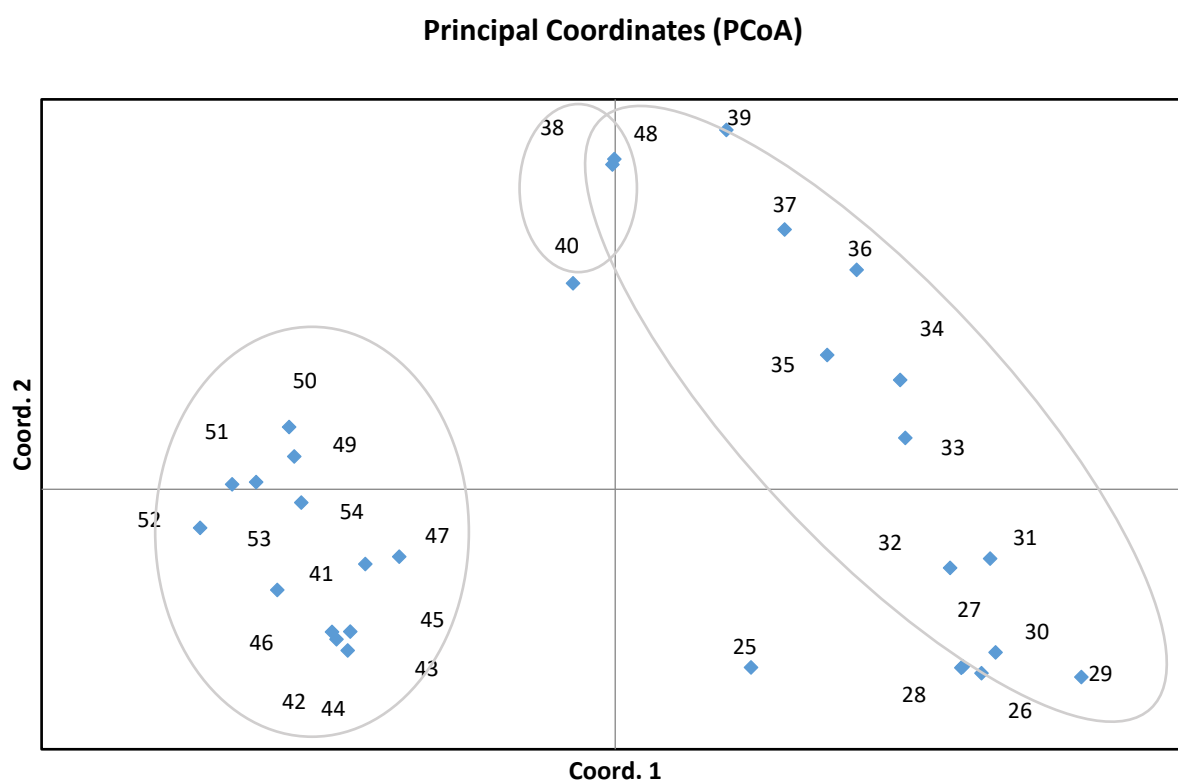


Рисунок 11 - Анализ главных координат сортов озимого ячменя, современной Российской селекции

Таблица 5 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 11

№	Наименование образца	№	Наименование образца	№	Наименование образца
25	Стратег	35	Сельхоз	45	Версаль
26	Спринтер	36	Серп	46	Мир
27	Рубеж	37	Сармат	47	Хорс
28	Молот	38	Агродеум 21	48	Жигули
29	Ларец	39	Агродеум 11	49	Павел
30	Вася	40	Гордей	50	Федор
31	Иосиф	41	Самсон	51	Романс
32	Каррера	42	Тимофей	52	Сатурн
33	Лайс	43	Ерема	53	Преемник
34	Шелк	44	Юрий	54	Платон

Вторая большая группа образована 12 сортами местной краснодарской селекции, демонстрирующими более высокую вариативность, но подтверждаемую данными генотипов оцененных по структуре, и предполагающих возможно их близкое родство, так как у истоков родительских форм были местные стародавние сорта.

И третья маленькая группа заняла место на стыке осей координат. Так сорта 28 (Молот) и 38 (Агродеум 21) практически слились в одну точку. Несмотря на значительную разницу в фенотипе, так сорт Молот формирует плотный колос с некрупной зерновкой и отличается поздним сроком созревания и устойчивостью к низким температурам, а Агродеум 21 скороспелый, двурядный сорт с высоким коэффициентом кущения и низкой морозоустойчивостью, их близкое расположение свидетельствует о наличии генетических сходств. Расположение образца под номером 40 (Гордей) так же позволяет отнести его в третью группу. И только образец под номером 25 (Стратег) оказался обособлен от сформировавшихся групп.

Рассматривая эти три группы в комплексе невозможно сказать, какая-то из них представлена сортами того или иного оригинатора в большей степени. Все это легко объяснить тесным переплетением генетической основы каждого сорта, ведь на этапе начала развития селекции озимого ячменя как сельскохозяйственной культуры такие научно-исследовательские институты как

ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко и ФГБНУ АНЦ Донской активно проводили совместные исследования и разработки, результаты которых легли в основу большинства современных сортов.

Группа таких сортов и сформировала в нашем исследовании популяцию номер три. Она объединила 9 «устаревших» сортов озимого ячменя, генетический материал которых используется селекционерами в программах скрещиваний и сегодня.

Генетические расстояния варьировали от 66 (Хуторок против Добрыня 3) до 161 (Циклон против Кондрат). Доля генетического разнообразия, объясняемая каждой из трёх основных координат базового координатного анализа, составила 26,74 %, 18,05 % и 12,94 % соответственно, что отвечало 57,74 % разнообразия (Приложение Г).

Анализ главных координат третьей популяции сортов озимого ячменя (рисунок 12) демонстрирует схематическое разделение образцов, наиболее тесно генетически связанных между собой, относительно главной оси 1 на две группы. Первая объединила в себя сорта Козырь, Михайло, Кондрат, Хуторок и Добрыня 3, а вторая сорта Циклон, Силуэт, Радикал и Бастион.

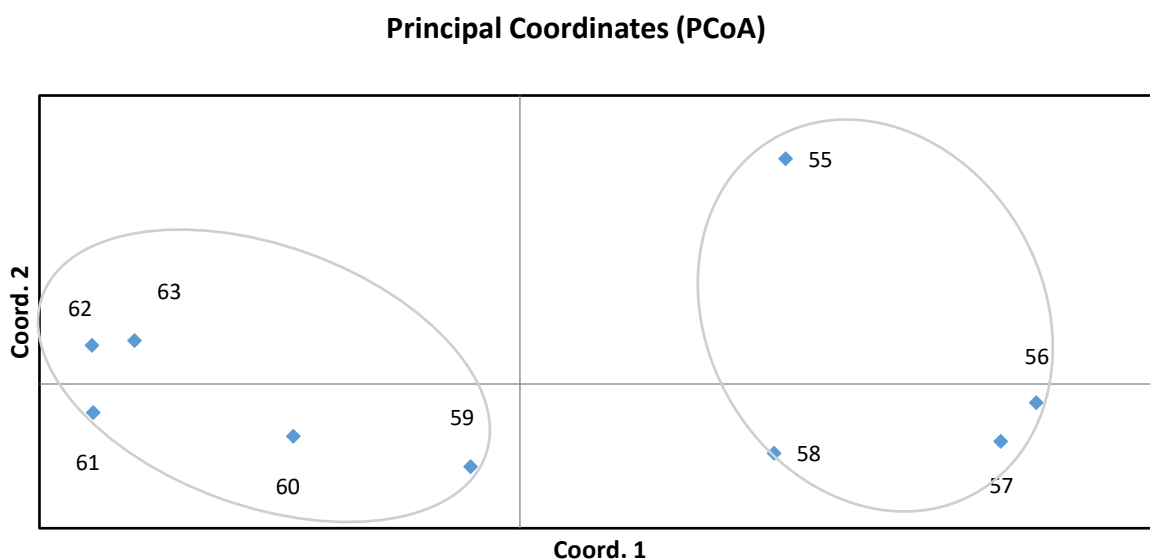


Рисунок 12 - Анализ главных координат устаревших сортов озимого ячменя, устаревшей российской селекции

Таблица 6 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 12

№	Наименование образца	№	Наименование образца	№	Наименование образца
55	Циклон	58	Бастион	61	Кондрат
56	Силуэт	59	Козырь	62	Хуторок
57	Радикал	60	Михайло	63	Добрыня 3

При этом вторая группа сортов наиболее ранее созданная. Сорт Циклон был районирован в 1982 году и занимал около 500 тыс. га за счет своей высокой пластичности. Обладая такими достоинствами, сорт стал широко применяться в программах скрещиваний, и в дальнейшем послужил основой для многих современных сортов. В последствии, сорт Циклон был заменен в производстве мутантным сортом Радикал, отобранным из селекционного материала на основе сорта Циклон. А сорт Бастион уже создан с привлечением в качестве родительской формы сорта Радикал.

Первая группа, это уже более современные сорта краснодарской селекции, в основе которых есть Циклон и Радикал, но с уже более широкой генетической основой в виде форм одесской селекции и с привлечением сортов европейского происхождения.

Сорт Козырь создан на основе сорта Радикал с использованием сортов Завет 3 и Одесский 31. Михайло результат отборов из сестринской линии сорта Козырь. Хуторок тоже отобран из мутантной формы сорта Козырь. В генеологии сортов Добрыня 3 и Кондрат присутствует семь селекционных форм различного происхождения, в том числе и сорт Циклон.

Популяция номер четыре, представленная в нашем исследовании тринадцатью селекционными линиями, имела значения генетического расстояния от 82 (AS 070418 против КА-2 x КА-12) до 179 (КА-7 против КА-1 x Спринтер). Анализ главных координат показал, что первые две главные координаты составляют 37,02 % генетического разнообразия у 13 селекционных линий озимого ячменя. Главная координата 1 составляет 23,27 % разнообразия, а главная координата 2 - 13,75 % (Приложение Г). Кроме того, анализ так же

наглядно распределил образцы на две основные группы и показал генетическую связь между ними (рисунок 13).

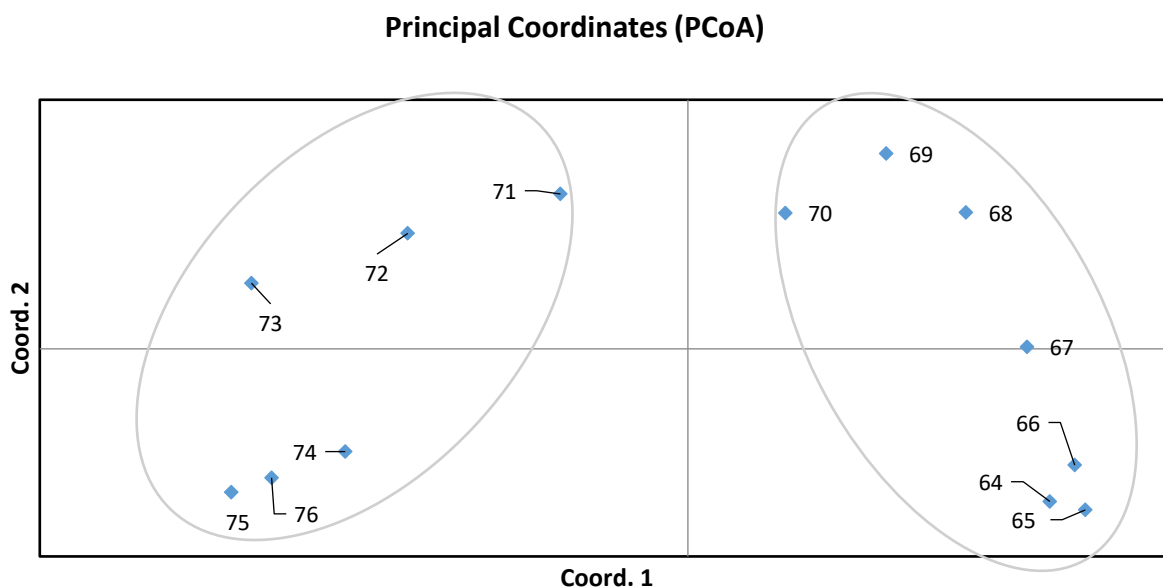


Рисунок 13 - Анализ главных координат селекционных линий озимого ячменя

Таблица 7 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 13

№	Наименование образца	№	Наименование образца	№	Наименование образца
64	КА-7	69	КА-3 × КА-5	74	(КА-3 × Ларец) × Спринтер
65	КА-5 × КА-3	70	Садко × Скарпия	75	AS 070418
66	КА-12	71	ZG 5	76	КА-2 × КА-12
67	Гордей × КА-6	72	КА-3 × Спринтер		
68	Хуторок × КА-1	73	КА-1 × Спринтер		

Первая группа образцов объединили в себе 6 линий, причем (КА-3 × Ларец) × Спринтер, AS 070418 и КА-2 × КА-12 находятся ближе друг к другу и соответственно имеют меньшую генетическую вариабельность. Также все три линии отличаются ультраранним созреванием, идентичной формой колоса и массой формируемой зерновки.

Образцы ZG 5; КА-3 х Спринтер; КА-1 х Спринтер имеют большее генетическое расстояние между собой, что может свидетельствовать о их более

дальнем родстве внутри данного кластера. Несмотря на наличие в каждой линии сорта Спринтер, что и явилось объединяющим элементом, привлечение линий КА-1, КА-3 и КА-5 с различными составляющими в родословных, свидетельствует и о наличии генетического многообразия внутри линий.

Самая многочисленная в популяции селекционных линий вторая группа объединила 7 образцов, с 64 по 70. При этом внутри самой группы линии КА-7, КА-5 × КА-3 и КА-12 расположены более близко, а линии Гордей × КА-6, Хуторок × КА-1, КА-3 × КА-5 и Садко × Скарпия занимают большую плоскость графика, что позволяет сделать вывод о их большей генетической разнородности.

Популяция номер пять, составляющая более 43 % от всей изучаемой выборки объединила в себе 58 сортов озимого ячменя зарубежной селекции разных стран, что делает её особенно интересной для селекции, а именно поиска источников хозяйственно-ценных признаков за счет географической отдаленности от других рассмотренных популяций.

Генетическое расстояние между образцами данной популяции изменялось от 111 (Жердун против Berangere) до 350 (Паттерн против Hamber).

Оси координат 1 и 2 являясь первыми двумя главными координатами содержат значительную часть дисперсии набора данных. Так результаты анализа показали, что на них приходится 14,82 % от всего разнообразия (7,93 % и 6,89 % соответственно).

Несмотря на то, что образцы плотно расположились на плоскости на основе их генетического материала, можно выделить две группы (рисунок 14).

Первая группа включала в себя 14 сортов. При этом образцы под номерами 118 (Вежен) и 120 (59-86-59); 117 (Изгрев), 121 (ОВ.154.1-70/22425 СМВ 74 А); 122 (Hamber) и 123 (Sagra Gralo), а так же 125 (Pamol), 126 (RT 570), 129 (Okeane) и 130 (Juka) расположились особенно тесно на плоскости координат.

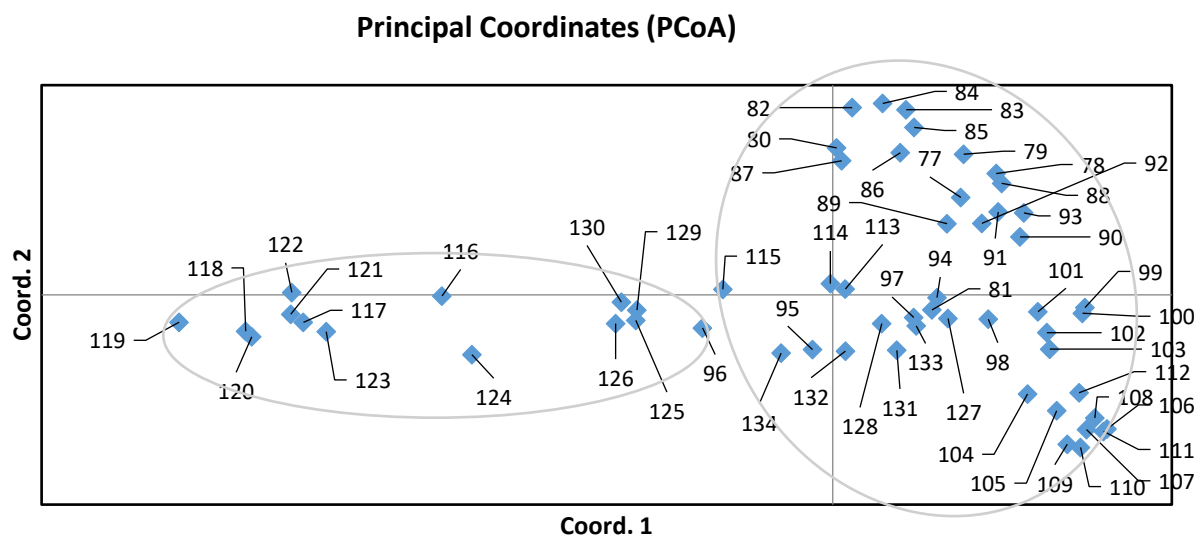


Рисунок 14 - Анализ главных координат сортов озимого ячменя,
зарубежной селекции

Таблица 8 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 14

№	Наименование образца	№	Наименование образца	№	Наименование образца
77	VA08B-85	97	Okal	117	Изгрев
78	Harison	98	Purdue	118	Вежен
79	SZD-7385	99	Жердун	119	75777/75
80	SY Leo	100	Berangere	120	59-86-59
81	Паттерн	101	Плезант	121	ОВ.154.1-70/22425 CMB 74 A
82	Delicatesse	102	Aimable	122	Hamber
83	Breuskylie	103	Conde	123	Sigra Gralo
84	Campill	104	Travelling	124	Адалина
85	Хайлайт	105	Elektra	125	Pamol
86	Horley	106	Acton	126	RT-570
87	Novosadski 519	107	SCO 1/WA 1356/BMS	127	Зимний
88	Меркурио	108	IW 18-7-6-7	128	Буслик
89	Майбрит	109	Tukwa	129	Океане
90	SY Baracooda	110	Me Mair 601	130	Juka
91	SY 215362	111	Fakir	131	Уши
92	SY 215361	112	Laser	132	Восход
93	SY 216489	113	Santos	133	Девятый вал
94	Hoody	114	Tamaris	134	561/292
95	524/34	115	Krimhild		
96	NB 0301-Henan	116	Иней		

В то время как образцы 119 (75777/75), 116 (Иней), 124 (Адалина) и 96 (NB 0301-Henal) сконцентрированы более обособленно от выше указанных форм. Такие скопления точек на графике РСоА могут указывать на наличие отдельных подгрупп в данной выделенной нами группе и следовательно, чем ближе точки друг к другу, тем больше они похожи, а чем дальше друг от друга, тем больше они отличаются.

Объединяющей составляющей для образцов первой группы может быть сходство по морфотипу. Так, данные формы характеризуются мощным развитием и формируют высокие растения с длиной соломины от 90 до 120 см и имеют склонность к полеганию. Сортообразцы второй подгруппы имея восточноевропейское и азиатское происхождение, напротив отличаются невысокой соломиной, устойчивостью к полеганию и формируют небольшой (5-7 см) колос, с достаточной мелкой зерновкой (масса 1000 – 30-32 г.).

Все остальные 44 образца пятой популяции, состоящей из сортов озимого ячменя зарубежной селекции тесно сгруппировались на графике, что указывает на высокий уровень генетической идентичности этих сортов. Большинство этих форм имеют западноевропейское селекционное происхождение, что вероятнее всего и явилось объединяющим фактором. Возможно это указывает на явное наличие каких-то общих предков у этих сортов. При этом, формы отличаются в широком диапазоне как морфологическими признаками, так и фенологическими показателями.

Согласно результатам РСоА-анализа, представленным на рисунке 15, изучаемые образцы четко разделились на четыре обособленных группы. Первая группа практически полностью представлена сортами озимого ячменя зарубежной селекции, и только местный образец под номером 54 (Платон) оказался среди них. Образец номер 125 (Pamol) занял обособленное место на плоскости графика, что позволяет судить о больших генетических отличиях относительно других представителей той же популяции.

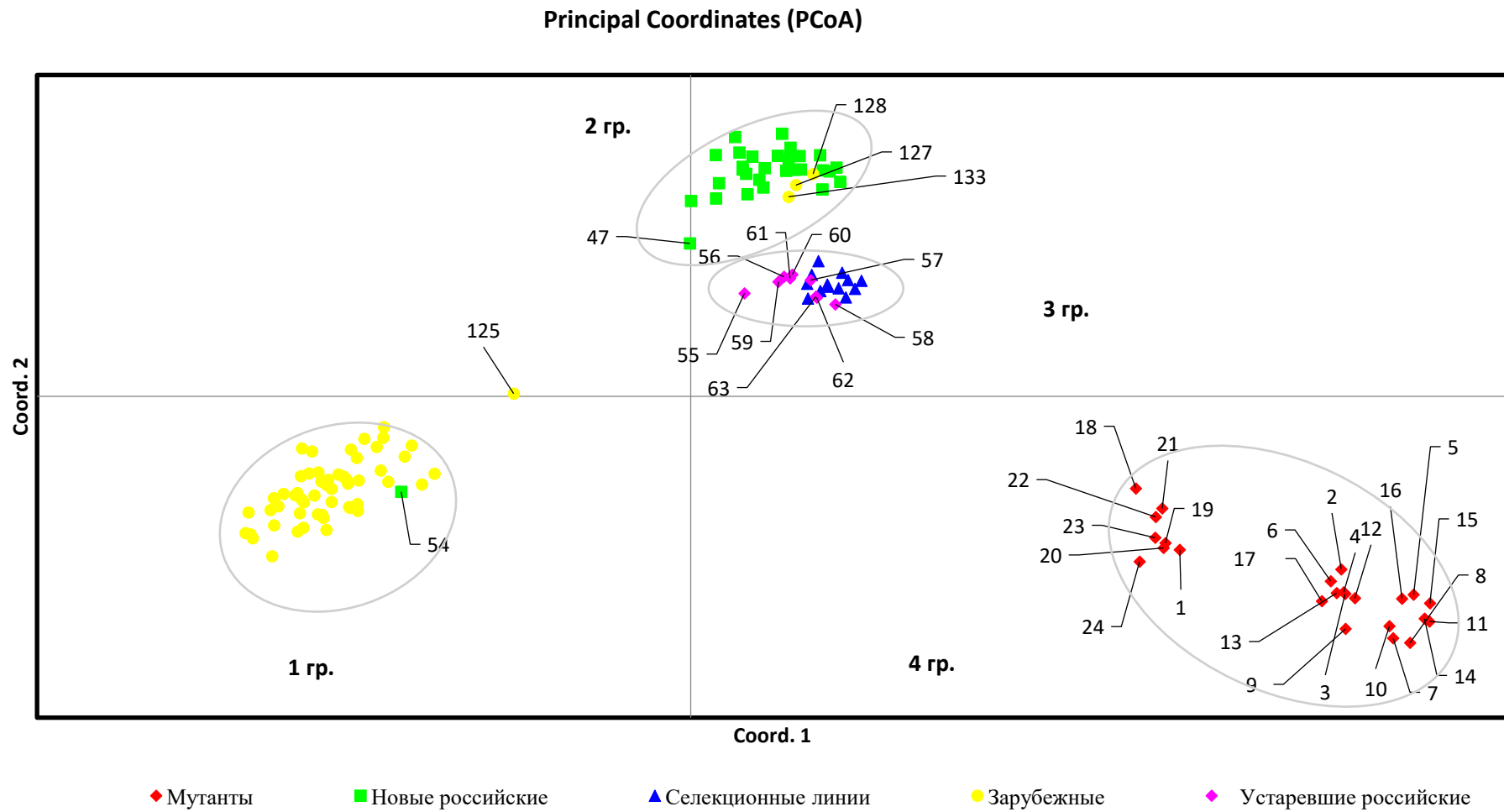


Рисунок 15 - Анализ главных координат 134 образцов озимого ячменя

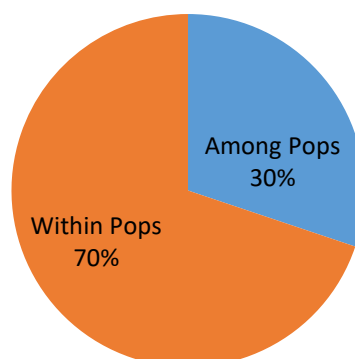
Рассматривая вторую сформировавшуюся группу можно сказать, что она как и первая в основном состоит из сортов озимого ячменя современной российской селекции, однако в эту группу попали и зарубежные сорта, такие как 127 (Зимний), 128 (Буслик) и 133 (Девятый вал). Такое распределение на плоскости графика свидетельствует о наличии сходной генетической информации этих образцов.

Третья группа отражает особенную генетическую взаимосвязь старых российских сортов изучаемой выборки и селекционных линий, находящихся в работе Центра искусственного климата Кубанского ГАУ, так как на графике их точки сливаются. Стоит отметить, что образцы 57 (Бастион), 58 (Козырь), 62 (Хуторок) и 63 (Добрыня 3) обладают большей степенью генетического сходства с селекционными линиями.

И только четвертая группа полностью состоит из образцов, подвергнутых обработке химическими мутагенными препаратами НММ и НЭМ наиболее удалена от остальных групп, что говорит о её высокой уникальности.

Несмотря на очевидное богатое фенотипическое и генотипическое различие между рассматриваемыми популяциями важно понимать какие вариации имеют в себе больший селекционный потенциал в пределах одной популяции или же между ними.

Percentages of Molecular Variance



**Рисунок 16 - Процент молекулярной дисперсии
генотипов озимого ячменя**

Анализ молекулярной дисперсии проводился с учётом внутривнутрипопуляционных и межпопуляционных различий (рисунок 16) и показал, что проанализированные образцы в большей степени, а именно на 70 % отличались внутри популяции, и всего на 30 % между собой.

3.1.3 Кластерный анализ сортов и линий озимого ячменя по выделенным группам при помощи программы MEGA 11

Степень генетического родства оценивалась методом «Ближайшего соседа (Neighbor-Joining)» с использованием программы MEGA11. Настоящий метод используется для кластеризации и создания филогенетических деревьев на основании данных ДНК последовательностей. Суть метода заключается в определении степени сходства объектов на основе количественной оценки расстояния между ними. Чем меньше расстояние между двумя объектами, тем больше их сходство, и наоборот, большое расстояние свидетельствует о существенных различиях (Kumar, S., 1994)

Для большей наглядности и информативности данные как и в предыдущих разделах анализировались по группам: мутантные формы, сорта современной российской селекции, стародавние сорта, селекционные линии и зарубежные сорта озимого ячменя. В результате рассматривали всю выборку целиком и строили для нее сводную дендрограмму.

Анализ 24 образцов, обработанных химическими мутагенами, представлен на рисунке 17.

Дендрограмма, как и данные РСФА-анализа, демонстрирует четкое разделение образцов на 2 основных кластера, состоящих из 17 и 7 образцов соответственно.

Первый большой кластер объединил в себе сразу 17 образцов, при этом Бронская или НММ 1:3000-6 ч сразу выделился в отдельную ветвь. Дальнейшее разделение сгруппировало в один подкластер образцы Стратег НММ 1:2500-6 ч; Стратег НММ 1:2500-18 ч; Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч; Белогорыч × Платон

+НММ 1:2000-6 ч. Селекция этих сортов, за исключением сорта Белогорыч, велась на кубанской земле специалистами широко известного НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, что позволяет говорить о их генетическом родстве.

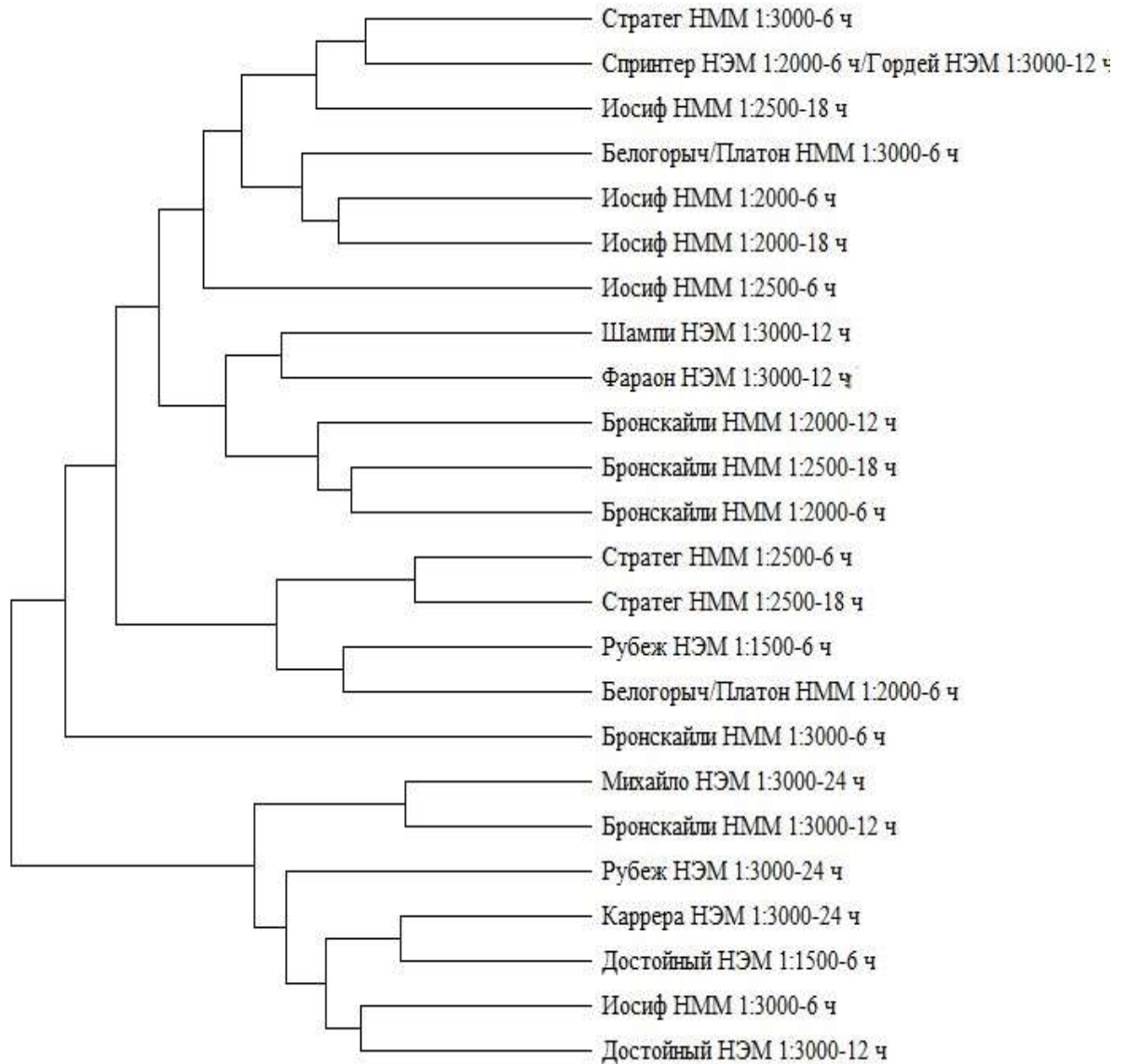


Рисунок 17 – Кластеризация методом Neighbor-Joining

24 генотипов ячменя обработанных мутагенами

Другой, более многочисленный подкластер, в свою очередь, разделился дополнительно на две группы. Первая из них объединила в себе образцы Стратег НММ 1:3000-6 ч; Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч × Гордей НЭМ 1:3000-12 ч; Иосиф НММ 1:2500-18 ч; Белогорыч × Платон+НММ 1:3000-6 ч; Иосиф НММ 1:2000-6 ч; Иосиф НММ 1:2000-18 ч; Иосиф НММ 1:2500-6 ч. Оригинатором

сортов образовавших настоящую группу, так же является НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. Несмотря на данный факт, генетическая основа, а так же внешнее химическое воздействие НММ и НЭМ выделяют эту группу отдельно в подкластере и свидетельствует об имеющихся отличиях их генетической составляющей от ранее описанного подкластера. Вторая группа в рассматриваемом подкластере состояла из образцов Шампи НЭМ 1:3000-12 ч; Фараон НЭМ 1:3000-12 ч; Бронскайли НММ 1:2000-12 ч; Бронскайли НММ 1:2500-18 ч; Бронскайли НММ 1:2000-6 ч. Отличительной чертой данной группы является зарубежное происхождение составляющих его сортов озимого ячменя, за исключением сорта Фараон – селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко.

Анализ первого кластера показал, что вошедшие в него образцы в большей степени представлены сортами российского происхождения, а именно НЦЗ им П.П. Лукьяненко, который стоял у истоков развития культуры озимого ячменя и является одним из крупнейших научно исследовательских институтов нашей страны.

Кластер два объединил в себе 7 образцов озимого ячменя Михайло НЭМ 1:3000-24 ч; Бронскайли НММ 1:3000-12 ч; Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч; Каррера НЭМ 1:3000-24 ч; Достойный НЭМ 1:1500-6 ч; Иосиф НММ 1:3000-6 ч; Достойный НЭМ 1:3000-12 ч. Стоит отметить, что все образцы, кроме Достойный НЭМ 1:1500-6 ч, были подвержены обработке разными химическими препаратами, однако их концентрация одинакова (1:3000). Относительно происхождения, только Бронскайли относится к зарубежной селекции, а именно США. Сорт Достойный является результатом совместной работы ученых Ставропольского НИИСХ и СГИ Украины. Оригинатором сортов Михайло, Рубеж и Иосиф является НЦЗ им. П.П. Лукьяненко; Каррера – ООО «Агροстандарт».

Следующим этапом стал анализ тридцати сортов озимого ячменя современной российской селекции и их кластеризация, представленная на рисунке 18, где близкое расположение сортов относительно ветвей графика, позволяют сделать вывод о наличии сходств в генотипах.

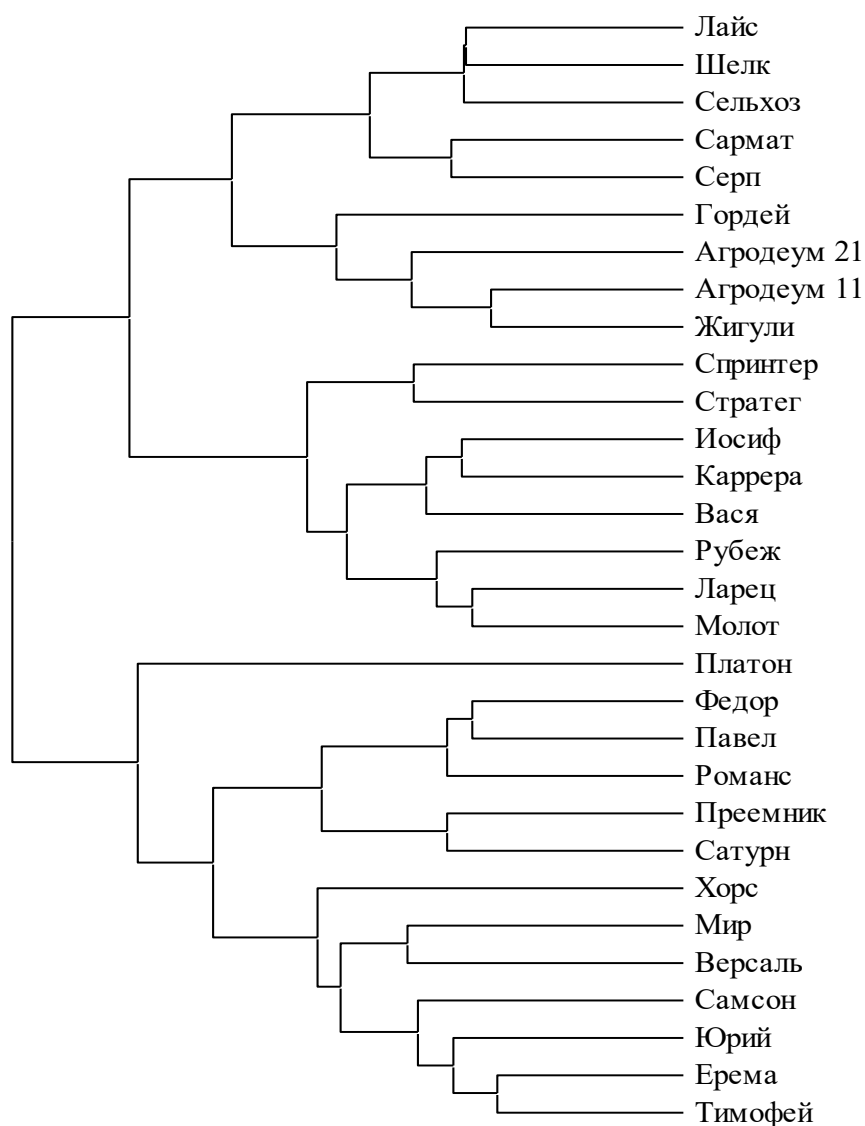


Рисунок 18 - Кластерный анализ методом Neighbor-Joining
30 генотипов ячменя современной российской селекции

Сорта озимого ячменя данной выборки относятся к селекции следующих оригинаторов: НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, АНЦ Донской, Кубанский ГАУ, «Агροстандарт». Полученная дендрограмма подтверждает данные РСоА анализа и наглядно демонстрирует образование двух основных кластеров с из последующим ветвлением на более мелкие субъединицы. Рассматривая первый кластер, включающий в себя 17 сортов видно, что он подразделяется на два подкластера.

В первый подкластер из них вошли сорта Лайс, Шелк, Сельхоз, Сармат, Серп, Гордей, Агродеум 21, Агродеум 11 и Жигули. Сорт Лайс и Шелк селекции ООО «Агростандарт», Сельхоз является результатом совместной работы ООО «Агростандарт» и ученых Кубанского ГАУ. Сорта Сармат, Серп и Гордей селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко.

Второй подкластер включал в себя 8 сортов: Спринтер, Стратег, Иосиф, Вася, Рубеж, Молот (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко); Каррера («Агростандарт») и Ларец (АНЦ Донской). Анализ второго кластера выделяет сорт Платон в отдельную ветвь, что позволяет сделать вывод о наиболее отличающемся генотипе относительно других сортов кластера. Сорта Федор, Павел, Романс, Премник, Сатурн, Хорс, Мир, Самсон, Юрий (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко); Версаль («Агростандарт»), а так же Ерема и Тимофей (АНЦ Донской) образовали еще одну ветвь второго кластера.

Кластеризация 30 сортов озимого ячменя современной российской селекции в большей степени сгруппировала сорта в соответствии не только с имеющимися сходствами в фенологии изучаемых сортов, но и с учетом их происхождения.

Генетическое родство стародавних сортов озимого ячменя так же оценивали с помощью кластерного анализа, (рисунок 19). Полученные при кластеризации данные полностью сопоставимы результатам РСoA анализа. Оригинатором сорта Силуэт является АНЦ Донской, а других восьми сортов НЦЗ им. П.П. Лукьяненко.

Согласно графика сорт Циклон образует отдельную ветвь, остальные сорта образуют второй кластер и дополнительно разделяются на две группы. Так, рассматривая первую группу можно сказать, что Кондрат и Хуторок имеют много общего в своем генотипе, а сорт Добрыня 3 берет свое начало из их сочетания, в то время как Козырь и Михайло более сходны друг с другом.

Вторая группа формируется аналогично, где Бастион в своей основе несет генетическую информацию сортов Силуэт и Радикал.



Рисунок 19 - Кластерный анализ методом Neighbor-Joining
9 генотипов ячменя стародавних сортов

Современная селекция озимого ячменя корнями уходит именно к этим «основателям», «первенцам» российской селекции озимого ячменя как сельскохозяйственной культуры.

Селекционные линии, изучаемые в нашей работе так же были проанализированы с использованием метода Neighbor-Joining (рисунок 20). На начальных этапах селекционного процесса крайне важно понимать какой генотип закладывается в будущем сорте для своевременной и более точной корректировки селектируемого признака. Все это обеспечивает прослеживаемость селекции, а именно её ступенчатости и дальнейшего понимания какие сорта имеют больше сходной генетической информации и какие комбинации лежат в основе тех или иных сортов и линий. Что помогает селекционеру при планировании системы скрещиваний находить наиболее генетически отличающиеся источники хозяйственно-полезных признаков.

Кластерный анализ как и анализ главных координат сгруппировал генотипы сходным образом, что подтверждает ранее сделанные выводы. В скрещивания вовлекались собственные наработки специалистов Центра искусственного климата Кубанского ГАУ (КА-1, КА-2, КА-3, КА-5, КА-6, КА-7,

КА-12, AS070418), а так же сорта селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (Гордей, Хуторок, Спринтер), ФГБНУ АНЦ Донской (Садко) и ТОО «КазНИИЗиР» (Скарпия).

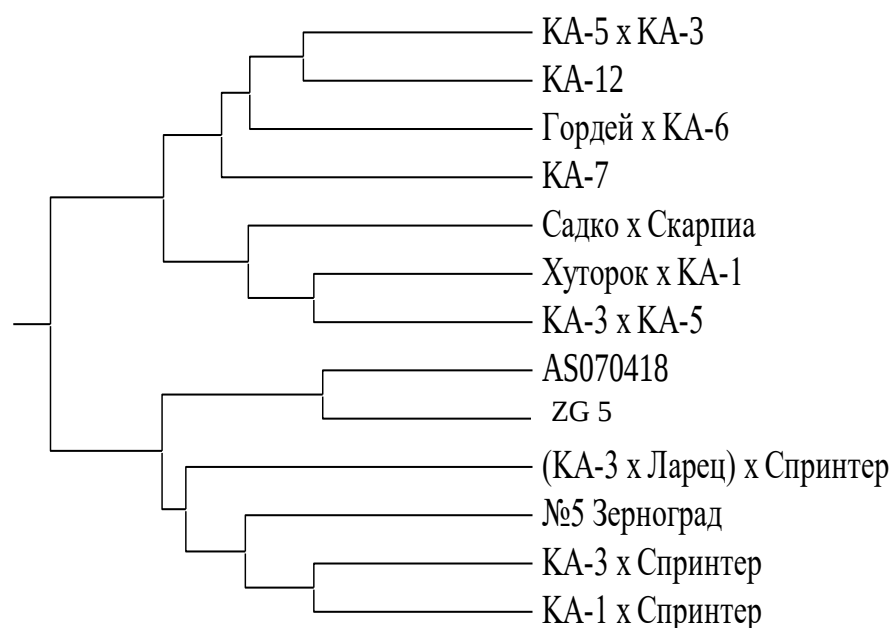


Рисунок 20 - Кластерный анализ методом Neighbor-Joining
генотипов 13 селекционных линий озимого ячменя

В соответствии с дендрогаммой генотипы образовали два кластера из 7 и 6 линий соответственно. В первый кластер вошли образцы КА-5 × КА-3 и КА-12, генотипы которых наблюдались в линии Гордей × КА-6, а их общее сочетание в КА-7. Линия Садко x Скарпия несет в себе набор генетической информации сходных линий Хуторок × КА-1 и КА-3 × КА-5.

Во втором кластере в отдельную ветвь выделились AS070418 и КА-2 × КА-12. Линии КА-3 × Спринтер, КА-1 × Спринтер, за счет близкого расположения позволяют говорить о своем генетическом родстве и служат основой для линии ZG 5, а их комплекс для (КА-3 × Ларец) × Скарпия.

По результатам проведенной кластеризации видно, что не смотря на близкое родство между некоторыми образцами, смешение между генотипами не наблюдается.

Следующей и самой многочисленной группой исследуемых образцов, представленное на рисунке 21, стали 58 сортов озимого ячменя зарубежной селекции (Австрия, Беларусь, Болгария, Германия, Канада, Китай, Мексика, США, Украина, Франция, Чехия, Япония).

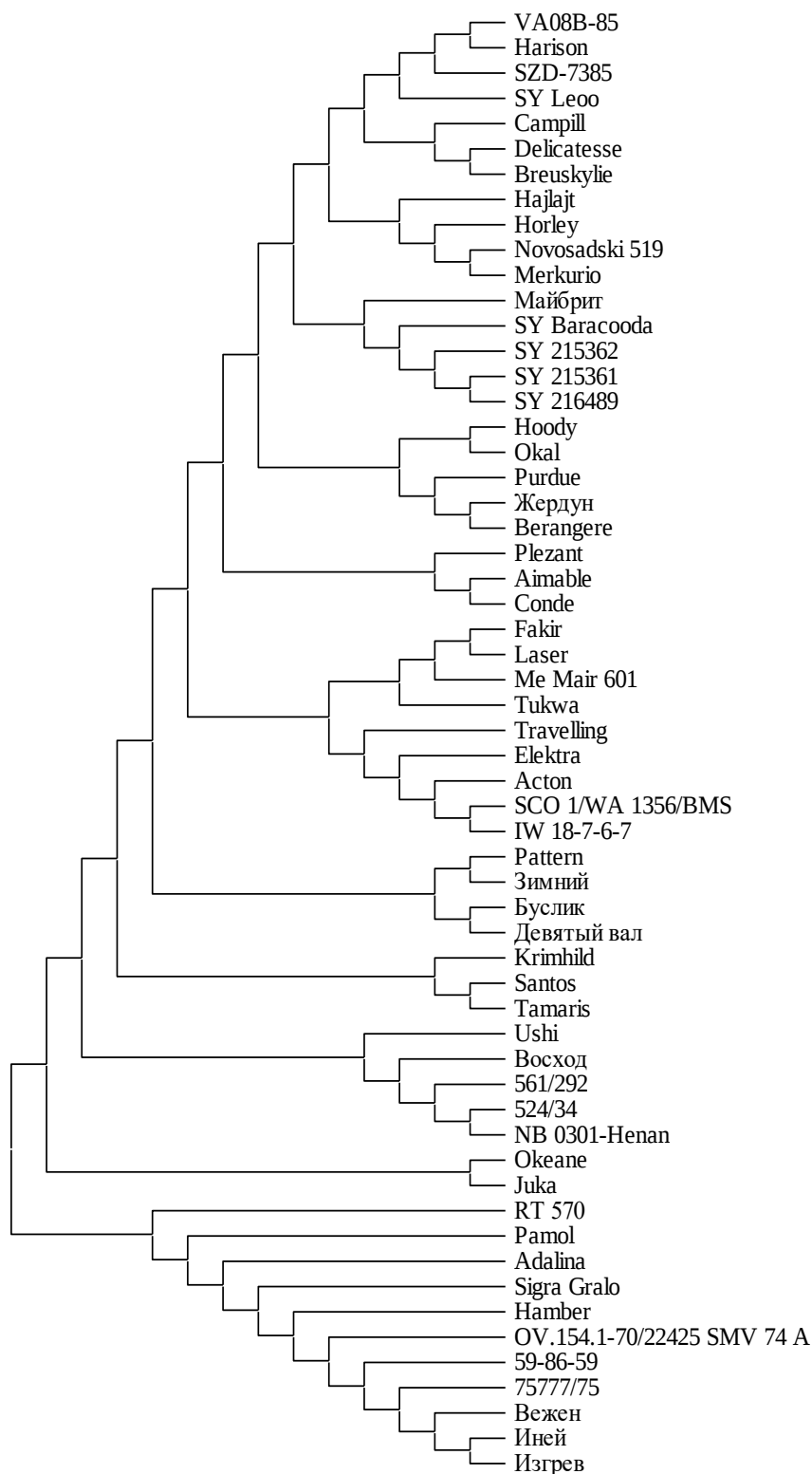


Рисунок 21 - Кластерный анализ методом Neighbor-Joining

58 сортов озимого ячменя, зарубежной селекции

Филогенетическое древо разделяется на 2 кластера. Аналогичным образом образцы были разнесены по осям главных координат. Первый кластер объединил в себе 10 более мелких подкластеров и 47 сортов: VA08B-85; Harison; SZD-7385, SY Leoo; Campill; Delicatesse; Breuskylie; Hajlajt; Horley; Novosadski 519; Merkurio; Майбриг; SY Baracooda; SY 215362; SY 215361; SY 216489; Hoody; Okal; Purdue; Жердун; Berangere; Плезант; Aimable; Conde; Fakir; Laser; Me Mair 601; Tukwa; Travelling; Elektra; Acton; SCO 1/WA 1356/BMS; IW 18-7-6-7; Pattern; Зимний; Буслик; Девятый вал; Krimhild; Santos; Tamaris; Ushi; Восход; 561/292; 524/34; NB 0301-Henan; Okeane; Juka. Второй кластер объединил 11 сортов, которые ступенчато дополняли генотип друг друга: Изгрев; Иней; Вежен; 75777/75; 59-86-59; OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; Hamber; Sibra Gralo; Adalina; Pamol; RT 570.

Кластерный анализ настоящей выборки не выявил очевидной генетической дифференциации популяций по географическим регионам.

Индивидуальное рассмотрение каждой группы образцов позволило провести более глубокую оценку генетического родства внутри своей популяции. Однако важное значение имеет анализ всего комплекса сортов и линий озимого ячменя, вовлеченных в наше исследование. Это позволит оценить не только связь образцов между собой в популяции, но и между ними, а так же всем комплексом образцов в целом.

Для более наглядной визуализации результатов кластерного анализа 134 сортов и линий озимого ячменя был использован радиальный формат дендрограммы (рисунок 22).

Дендрограмма демонстрирует как сформировались кластеры различных сортов. Сорта озимого ячменя, обработанные химическими мутагенами образовали отдельный кластер. Остальные 110 образцов сформировали второй кластер, который в свою очередь поделился на подкластеры российских сортов и

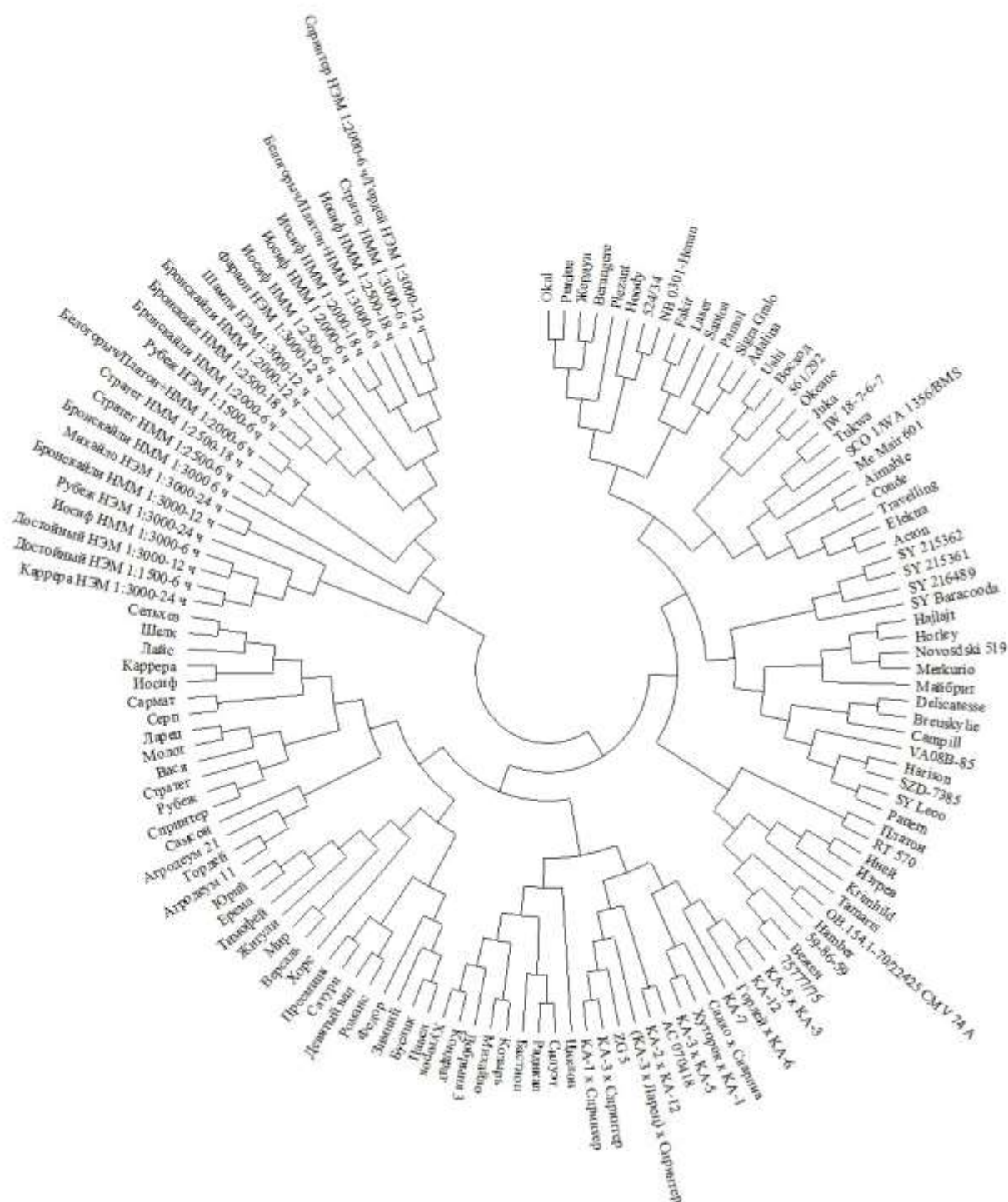


Рисунок 22 - Кластерный анализ методом Neighbor-Joining
134 сортов и линий озимого ячменя

Вторая ветвь объединила стародавние сорта и селекционные линии в соответствии с ранее описанной схемой. Сорт Платон, образовавший в группе сортов озимого ячменя современной российской селекции отдельную ветвь, занял место среди зарубежных сортов, показав большее генетическое родство с RT-570 по структуре ДНК.

Таким образом, сравнительный анализ кластеризации сортов и линий озимого ячменя по генотипу выявил взаимосвязь генотипа с географией происхождения образца.

3.1.4 Определение распределения генотипов по различным мнимым группам K с помощью Structure Selector на основании анализа структуры популяции каждой из изучаемых групп в программе STRUCTURE

Для установления генетических взаимосвязей между изученными сортами и линиями озимого ячменя использовали Байесовский метод. Он показывает не просто принадлежность каждого генотипа к определённой группе (кластеру), но и вероятность его принадлежности ко всем выделенным группам. Это позволяет предположить, что каждый кластер представляет собой отдельную популяцию, и оценить вклад каждой из этих популяций в формирование генетического материала конкретного образца. Для определения оптимального числа таких популяций (K) использовался метод Evanno (Evanno G., 2005), который основывается на определении такого значения ΔK , которое наиболее достоверно отразит структурные различия между предполагаемыми популяциями. Использование меньшего значения неизбежно ведет к потере информации о структурных различиях между популяциями, а завышенное ошибочно выделяет отдельные группы как биологически значимые, в то время, когда на самом деле они не имеют существенных генетических или эво-

люционных различий. Для поиска того самого оптимального значения ΔK , количество гипотетических субпопуляций (K) оценивалось с помощью 10 независимых значений (K от 1 до 10).

Байесовская модель кластеризации, реализованная в STRUCTURE разделила 24 генотипа озимого ячменя, обработанных НММ и НЭМ, на три популяции. Наибольшая вероятность того, что данные прояснят структуру популяции, была получена при $\Delta K=3$ (рисунок 23) (Li Y-L, 2018).

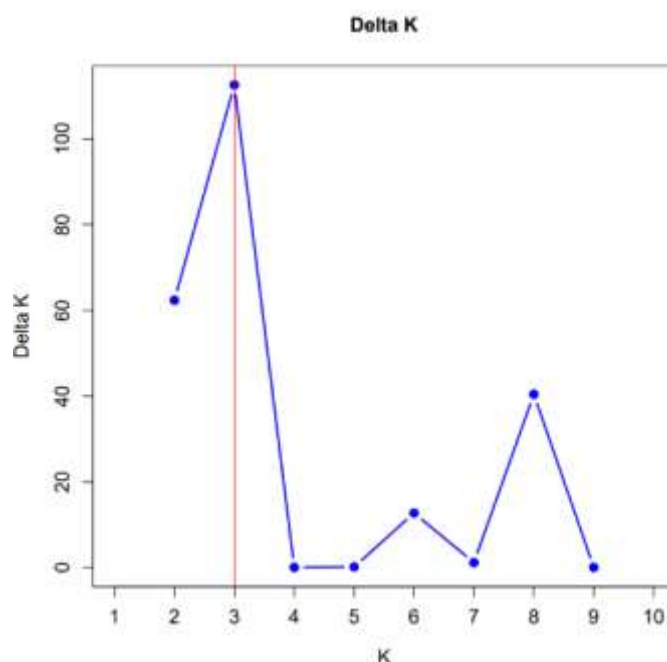


Рисунок 23 – Количество K групп (Structure Selector)
24 генотипов озимого ячменя обработанных мутагенами

На основе полученных результатов удалось проследить генетические связи между образцами и определить вклад каждой из трех предполагаемых популяций относительно друг друга, а так же генетическое разнообразие 24 образцов озимого ячменя, обработанных нитрозометилмочевой и нитрозоэтилмочевинной.

Анализ структуры популяций при $K = 3$ представлен на рисунке 24, где каждая полоса показывает присутствие генотипа одной популяции в генотипе другой. Так, образцы с 1 по 13 (Бронскайли НММ 1:3000-6 ч; Бронскайли НММ 1:2000-12 ч; Бронскайли НММ 1:2000-6 ч; Бронскайли НММ 1:2500-

18 ч; Шампи НЭМ1:3000-12ч; Фараон НЭМ 1:3000-12 ч; Иосиф НММ 1:2000-6 ч; Иосиф 1:2000-18 ч; Белогорыч × Платон+НММ 1:3000-6 ч; Стратег НММ 1:3000-6 ч) образовали одну популяцию, в которой процент сходства генетической информации варьировал от 60% до 100%. Рубеж НЭМ 1:1500- 6 ч, содержит в себе около 15% той же генплазмы. В других образцах проявление настоящей популяции не проявляется.

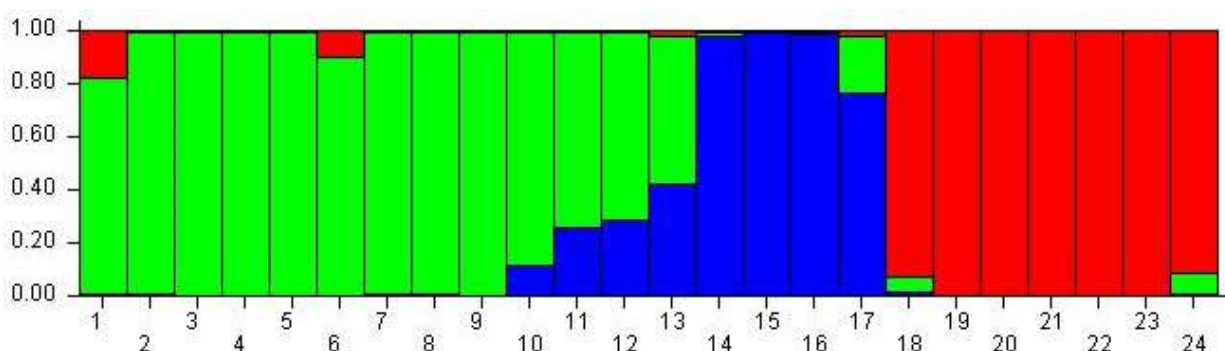


Рисунок 24 – Генетическая структура 24 генотипов озимого ячменя обработанных мутагенами при $\Delta K = 3$

Таблица 9 – Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 24

№	Наименование образца	№	Наименование образца
1	Бронскайли НММ 1:3000-6 ч	13	Иосиф НММ 1:2500-6 ч
2	Бронскайли НММ 1:2000-12 ч	14	Стратег НММ 1:2500-6 ч
3	Бронскайли НММ 1:2000-6 ч	15	Стратег НММ 1:2500-18 ч
4	Бронскайли НММ 1:2500-18 ч	16	Белогорыч×Платон+НММ 1:2000-6 ч
5	Шампи НЭМ1:3000-12ч	17	Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч
6	Фараон НЭМ 1:3000-12 ч	18	Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч
7	Иосиф НММ 1:2000-6 ч	19	Каррера НЭМ 1:3000-24 ч
8	Иосиф НММ 1:2000-18 ч.	20	Достойный НЭМ 1:1500-6 ч
9	Белогорыч×Платон+НММ 1:3000-6 ч	21	Достойный НЭМ 1:3000-12 ч
10	Стратег НММ 1:3000-6 ч	22	Иосиф НММ 1:3000-6 ч
11	Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч × Гордей НЭМ 1:3000-12 ч	23	Бронскайли НММ 1:3000-12 ч
12	Иосиф НММ 1:2500-18 ч	24	Михайло НЭМ 1:3000-24 ч

Следующая популяция объединила образцы с 14 по 17 (Стратег НММ 1:2500-6 ч; Стратег НММ 1:2500-18 ч; Белогорыч × Платон+НММ 1:2000-6 ч; Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч). Компоненты этих образцов, за исключением сорта

Белогорыч, относятся к селекции ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. В образцах Стратег НММ 1:3000-6 ч.; Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; Иосиф НММ 1:2500-6 ч. доля настоящей популяции возрастала от 10 до 40 % соответственно.

Третья популяция, изображенная красным цветом, состояла из семи образцов среди которых Каррера НЭМ 1:3000-24 ч; Достойный НЭМ 1:1500-6 ч; Достойный НЭМ 1:3000-12 ч; Иосиф НММ 1:3000-6 ч; Бронскайли НММ 1:3000-12 ч отличались простым генетическим фоном и отсутствием генетического обмена между группами. Сорта Рубеж и Михайло, обработанные нитроэтилмочевинной в концентрации 1:3000 в течение 24 часов проявили в своей структуре до 10 % генотипа первой популяции.

Анализ генетической структуры популяции 30 сортов озимого ячменя современной российской селекции, показал, что Delta K имеет оптимальное значение при $K = 3$ (рисунок 25).

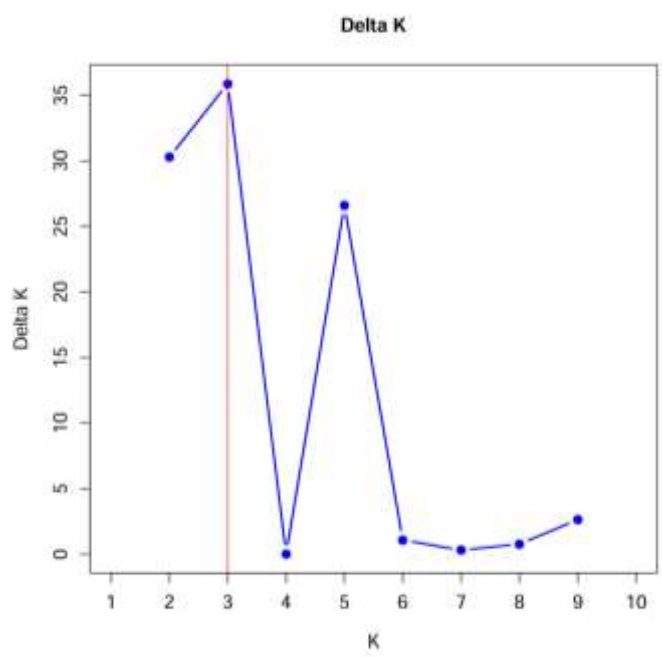


Рисунок 25 – Количество K групп (Structure Selector)

30 генотипов озимого ячменя современной российской селекции

Таким образом 30 сортов озимого ячменя современной отечественной селекции можно разделить на 3 популяции. Первая из них, как показано на

рисунке 26 включает в себя 7 сортов: Серп, Сармат, Агродеум 21, Агродеум 11, Гордей и Самсон. При чем доля субпопуляции, которую они занимают более 60 %. Вторая популяция из 13 сортов отличалась самым однородным и простым генетическим фоном, 5 из которых были полностью идентичны, что позволяет сделать вывод о наличии в их родословных одинаковых источников.

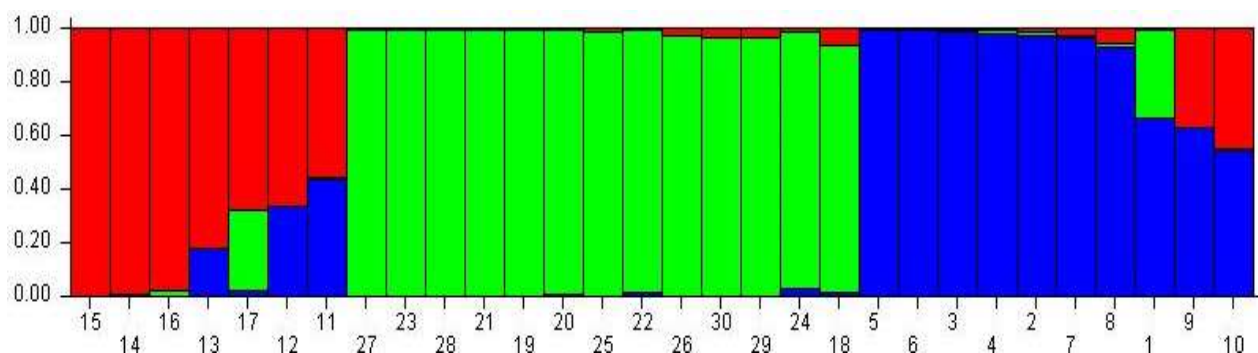


Рисунок 26 - Генетическая структура 30 генотипов озимого ячменя современной носсийской селекции при $\Delta K = 3$

Таблица 10 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 26

№	Наименование образца	№	Наименование образца	№	Наименование образца
1	Стратег	11	Сельхоз	21	Версаль
2	Спринтер	12	Серп	22	Мир
3	Рубеж	13	Сармат	23	Хорс
4	Молот	14	Агродеум 21	24	Жигули
5	Ларец	15	Агродеум 11	25	Павел
6	Вася	16	Гордей	26	Федор
7	Иосиф	17	Самсон	27	Романс
8	Каррера	18	Тимофей	28	Сатурн
9	Лайс	19	Ерема	29	Преимник
10	Шелк	20	Юрий	30	Платон

Полученные результаты объяснимы тем, что все сорта этой группы, за исключением сорта Жигули относятся к селекции НЦЗ им. П.П. Лукьяненко. Третья популяция была образована десятью сортами озимого ячменя различных оригинаторов, при этом сорта Рубеж, Ларец и Вася имели сходную генетическую структуру. Сорта Стратег, Лайс и Шелк несмотря на внушительный процент от 50 до 70 того же генотипа имели смешанный генетический состав.

Остальные сорта настоящей популяции отличались от первых трех менее чем на 10%.

Рисунок 27, полученный в результате анализа генетической структуры стародавних отечественных сортов озимого ячменя квалифицировал две популяции ($K=2$)

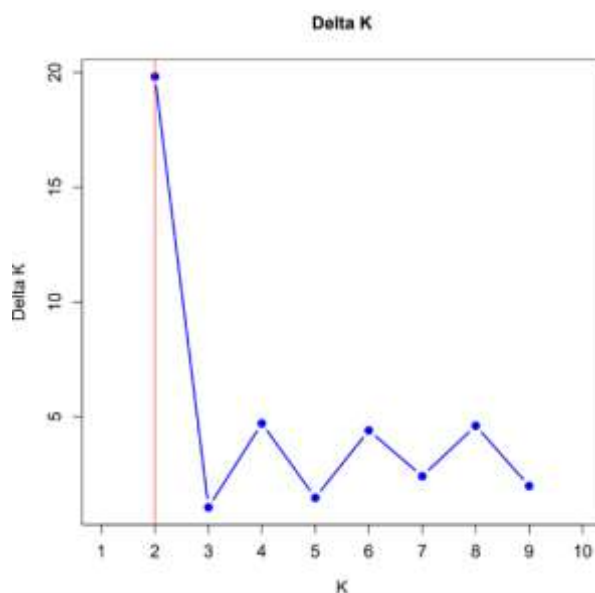


Рисунок 27 - Количество K групп (Structure Selector)

9 устаревших генотипов озимого ячменя отечественной селекции

Рисунок 28 наглядно демонстрирует разделение анализируемой выборки на 2 группы. В первую вошли сорта Циклон, Силуэт, Радикал, бастион, Козырь. А во вторую Михайло, Кондарт, Хуторок и Добрыня 3.

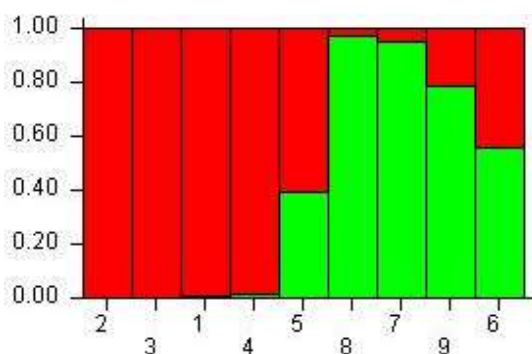


Рисунок 28 - Генетическая структура стародавних генотипов озимого ячменя отечественной селекции при $\Delta K = 2$

Сорта Циклон, Силуэт и Радикал не имеют обмена генетической информацией со второй группой. Бастион имел незначительный вклад второй популяции в свой генотип. Козырь отличался более смешанным происхождением, где 60 % генотипа относится к первой популяции и 40 % ко второй.

Таблица 11 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 28

№	Наименование образца	№	Наименование образца	№	Наименование образца
1	Циклон	4	Бастион	7	Кондрат
2	Силуэт	5	Козырь	8	Хуторок
3	Радикал	6	Михайло	9	Добрыня 3

Аналогичная картина наблюдалась у сорта Михайло, однако в этом случае преобладал генотип второй популяции. Сорта Кондрат, Хуторок и Добрыня 3 имели смешанный состав, что позволяет сделать вывод о наличии генетического обмена между группами.

Изучение генетической структуры селекционных линий озимого ячменя по различным мнимым группам, показывает, что максимальная высота кривой и соответственно наибольшая степень уверенности в классификации образцов наблюдалась при $K=2$ (рисунок 29).

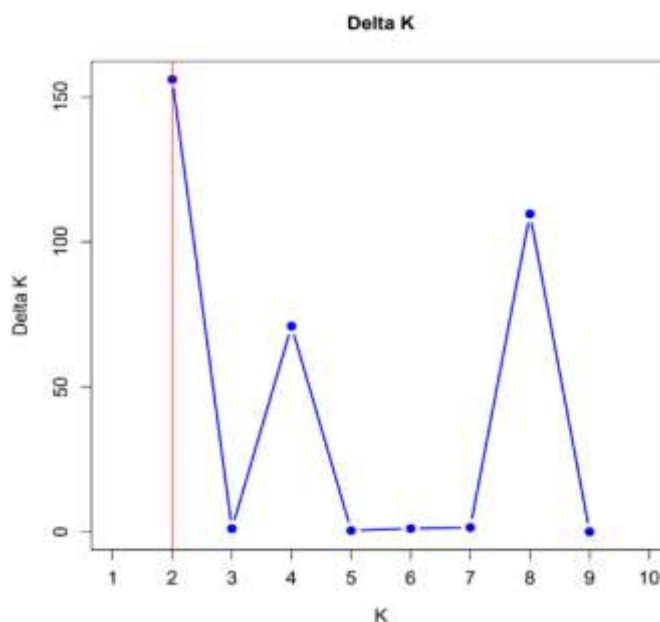


Рисунок 29 - Количество K групп (Structure Selector)

13 генотипов селекционных линий озимого ячменя

Образцы в рассматриваемой выборке представлены двумя популяциями. В первую вошли: AS 070418; КА-1 × Спринтер; КА-2 × КА-12 генотипы которых не наблюдалось смешение популяций. Образцы (КА-3 × Ларец) × Спринтер и КА-3 × Спринтер содержали в своем составе незначительную часть генотипа второй популяции, в то время как линия ZG 5 уже имела более богатый генетический состав, на 60 % относилась к первой популяции и на 40 % ко второй.

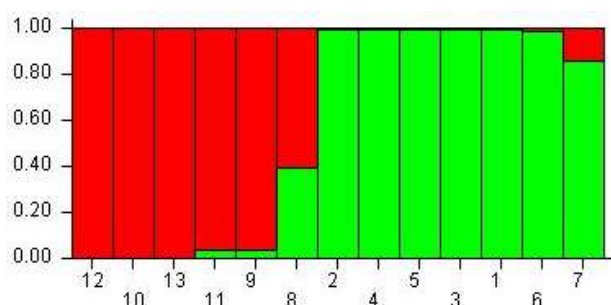


Рисунок 30 - Генетическая структура генотипов

селекционных линий озимого ячменя при $\Delta K = 2$

Таблица 12 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 30

№	Наименование образца	№	Наименование образца	№	Наименование образца
1	КА-7	6	КА-3 × КА-5	11	(КА-3 × Ларец) × Спринтер
2	КА-5 × КА-3	7	Садко × Скарпия	12	AS 070418
3	КА-12	8	ZG 5	13	КА-2 × КА-12
4	Гордей × КА-6	9	КА-3 × Спринтер		
5	Хуторок × КА-1	10	КА-1 × Спринтер		

Селекционные линии озимого ячменя: КА-7; КА-5 × КА-3; КА-12; Гордей × КА-6; Хуторок × КА-1 являются 100 % представителями второй популяции, как и линия КА-3 × КА-5, в составе которой согласно рисунку 24, незначительную долю занимает генотип первой популяции. В комбинации Садко × Скарпия эта доля была около 15 %. Полученные структурные результаты подтверждают анализ главных координат.

Настоящее распределение образцов по шкале объясняется использованием линий КА-3 и КА-12 в каждой из двух образовавшихся популяциях и как следствие генетическим обменом между популяциями.

Анализ генетической структуры популяции 58 сортов озимого ячменя зарубежной селекции, на основании Байесовской модели кластеризации в STRUCTURE, показала наибольшую вероятность достоверного распределения образцов в популяции при $\Delta K=6$.

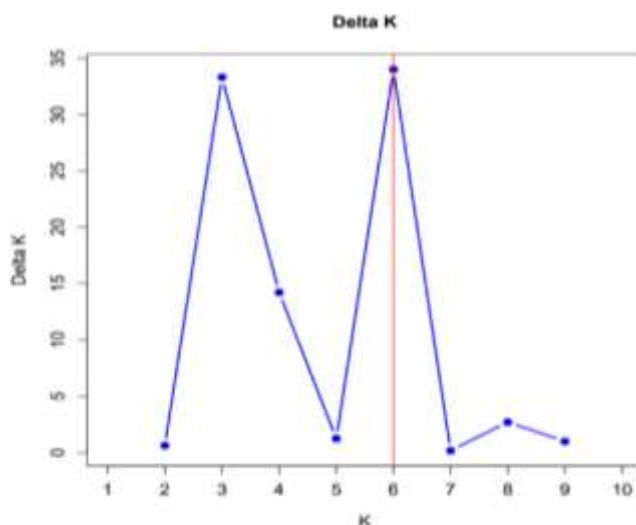


Рисунок 31 - Количество К групп (Structure Selector)

58 генотипов озимого ячменя зарубежной селекции

Так, в соответствии с полученным в Structure Selector значением ΔK , выбираем необходимый график распределения образцов по шести наиболее вероятным популяциям, построенный программой STRUCTURE (рисунок 32). Сформировавшиеся 6 популяций были различного объема и структуры.

Первая из них, обозначена красным цветом, объединила в себе 16 сортов озимого ячменя, среди которых Breuskylie, Delicatesse, Хайлайт (Германия) и Campill (Франция) не имеют в своем генотипе вклада других популяций. Сорта SY Leo, SY 215362, SY 216489, SY 215361, SY Baracooda, (Китай); Horley, Майбриг, Harison (Германия); SZD-7385(Австрия), Novosadski 519 (Югославия); Меркурио (Франция); VA08B-85 (США) обладают более сложной генетической структурой, постепенно увеличивая долю генотипа второй, третьей, четвертой и пятой популяций до 40 %.

Вторая популяция (зеленый цвет) была образована восемью сортами Жердун, Плезант (Болгария); Berangere, Purdue, Aimable, Conde, (Франция); Okal (Чехия); Hoody (Германия) и имела богатую генетическую структуру, за исключением сорта Жердун.

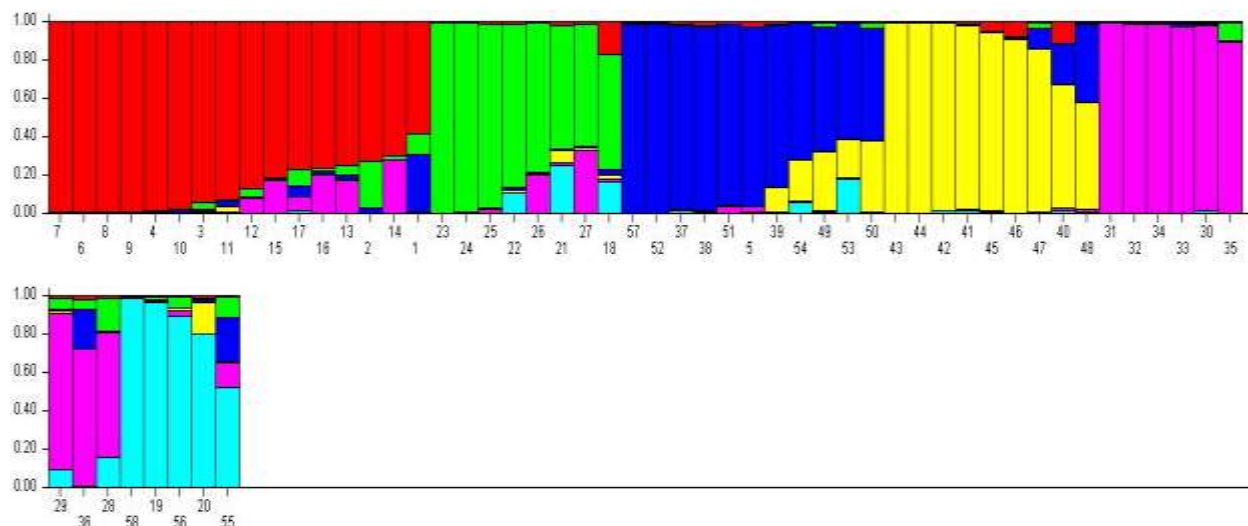


Рисунок 32 - Генетическая структура 58 генотипов озимого ячменя зарубежной селекции при $\Delta K = 6$

Таблица 13 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 32

№	Наименование образца	№	Наименование образца	№	Наименование образца
1	VA08B-85	21	Okal	41	Изгрев
2	Harison	22	Purdue	42	Вежен
3	SZD-7385	23	Жердун	43	75777/75
4	SY Leo	24	Berangere	44	59-86-59
5	Паттерн	25	Плезант	45	ОВ.154.1-70/22425 CMB 74 А
6	Delicatesse	26	Aimable	46	Hamber
7	Breuskylie	27	Conde	47	Sigra Gralo
8	Campill	28	Travelling	48	Адалина
9	Хайлайт	29	Elektra	49	Pamol
10	Horley	30	Acton	50	RT-570
11	Novosadski 519	31	SCO 1/WA 1356/BMS	51	Зимний
12	Меркурио	32	IW 18-7-6-7	52	Буслик
13	Майбрит	33	Tukwa	53	Океане
14	SY Baracooda	34	Me Mair 601	54	Juka
15	SY 215362	35	Fakir	55	Уши
16	SY 215361	36	Laser	56	Восход
17	SY 216489	37	Santos	57	Девятый вал
18	Hoody	38	Tamaris	58	561/292
19	524/34	39	Krimhild		
20	NB 0301-Henan	40	Иней		

Третья популяция (синий цвет) состояла из 11 сортов. Девятый вал (Украина) и Буслик (Беларусь) не имели генетического вклада других популяций. В сортах Santos, Tamaris, Pamol, Okeane, RT-570 (Франция); Зимний (Украина); Паттерн, Krimhild, Juka (Германия) доля генетической информации других популяций не превышала 40 %.

Следующая популяция, выделенная желтым цветом, включала в себя 9 сортов озимого ячменя: 75777/75, 59-86-59 (Япония); Вежен, Изгрев (Болгария); OB.154.1-70/22425 CMB 74 A (Мексика); Hamber (Канада); Siga Gralo (Германия); Иней (Украина); Адалина (Австрия). Японские сорта стали основой формирования данной популяции, остальные образцы имели различные доли других популяций в своем генотипе.

Канадские сорта SCO 1/WA 1356/BMS, IW 18-7-6-7, Tukwa и Acton стали основой пятой популяции (сиреневый цвет), разнородность которой придали сорта французской селекции Fakir, Laser, Travelling; американский Me Mair 601 и Elektra (Германия). При этом доля вклада сторонней популяции в генотипы выше перечисленных сортов не превышала 35 %.

Шестая популяция (бирюзовый цвет), идентифицированная программой STRUCTURE объединила 5 сортов. Простым генетическим фоном отличался в данной группе только сорт 561/292, а сорт 524/34 был очень приближен к нему. Эти сорта селекции Украины согласно графику имеют сходный генетический состав и могут обладать общими родительскими формами в родословной. Сорта: Доля вклада настоящей популяции в сорта Восход (Украина), NB 0301-Nenan (Германия) превышает 80%, Уши (Германия) около 50%.

Анализ генетической структуры каждой из групп озимого ячменя, обособленных нами на начальном этапе продемонстрировал несколько разнородных сортов внутри своей популяции, а так же позволил увидеть вклад субпопуляций в каждый из образцов в частности. Для понимания генетической структуры всего комплекса изученных нами 134 генотипов озимого ячменя был проведен анализ, с использованием того же Байесовского подхода и программного обеспечения STRUCTURE, а так же Structure Selector, где самая

верхняя иерархия структуры популяции зафиксирована при $\Delta K=6$ (рисунок 33).

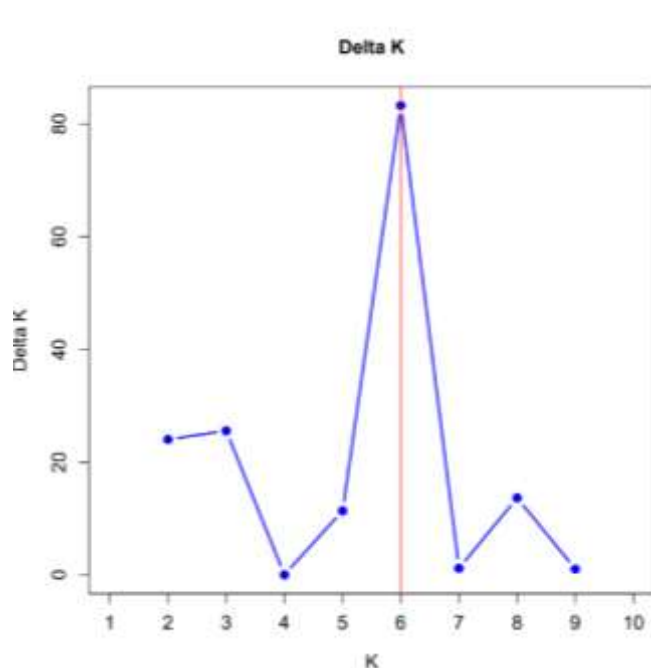


Рисунок 33 - Количество K групп (Structure Selector)

134 генотипов озимого ячменя

Согласно результатам работы STRUCTURE графическое изображение распределения изученных образцов по популяциям при $K=6$ представлено на рисунке 28. Весь массив сортов и линий озимого ячменя разделился на 6 популяций.

Первая популяция состояла из 24 образцов озимого ячменя, обработанных химическими мутагенами. При этом Бронскайли НММ 1:3000-6 ч менее чем на 20% включал в долю генплазмы популяции стародавних сортов озимого ячменя отечественной селекции. Доля популяции сортов современной российской селекции в образце Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч не превышала 20%. Такие образцы как Каррера НЭМ 1:3000-24 ч; Достойный НЭМ 1:3000-12 ч; Иосиф НММ 1:3000-6 ч; Бронскайли НММ 1:3000-12 ч; Михайло НЭМ 1:3000-24 ч вклад смежных популяций был незначительным. В остальных образцах настоящей популяции генетический обмен не зафиксирован.

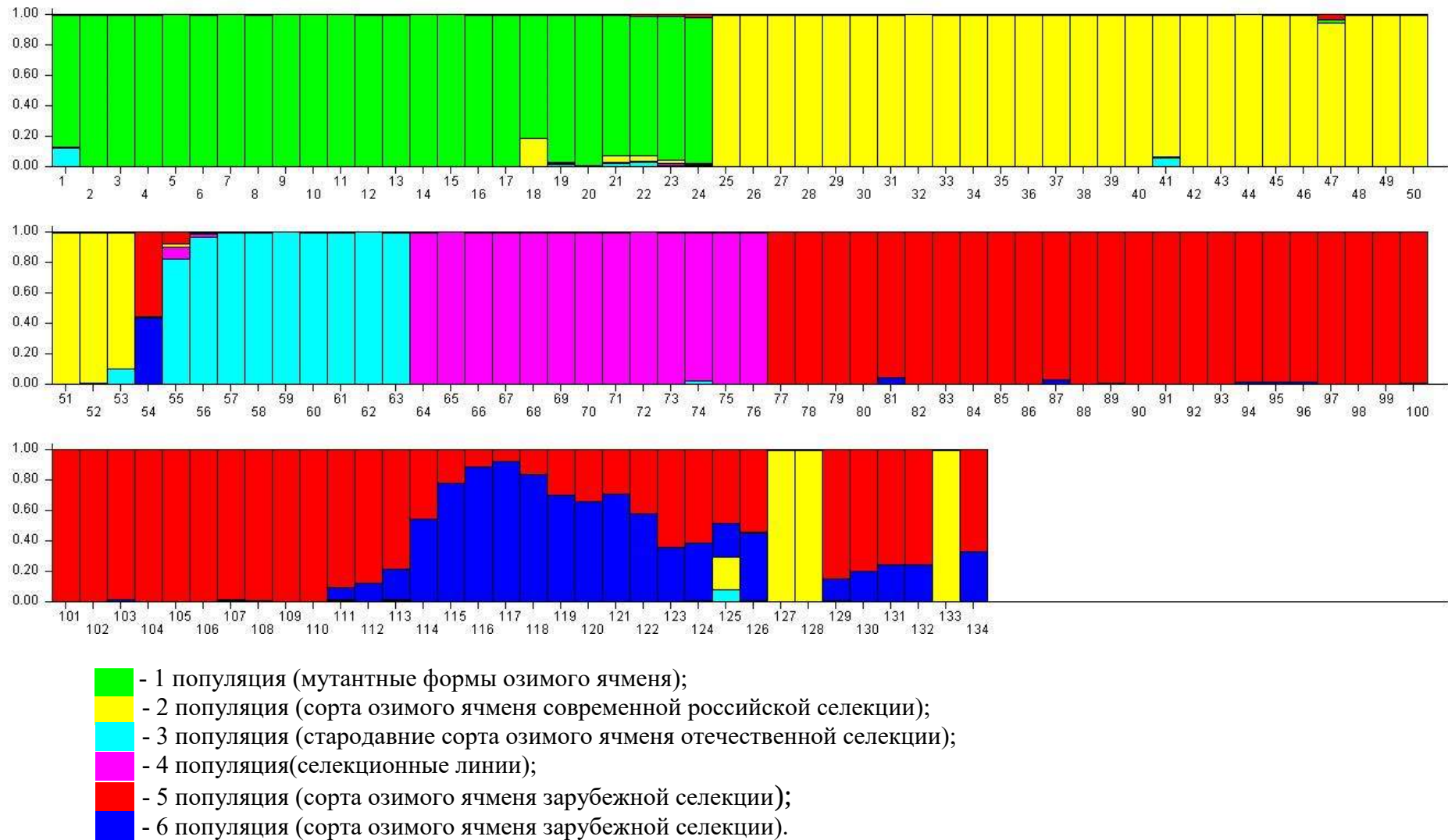


Рисунок 34 - Генетическая структура 134 генотипов озимого ячменя при $\Delta K = 6$

Таблица 14 - Номер и наименование образцов, представленных на рисунке 34

№ п/п	Наименование образца	№ п/п	Наименование образца
1	Бронскайли НММ 1:3000-6 ч	68	Хуторок × КА-1
2	Бронскайли НММ 1:2000-12 ч	69	КА-3 × КА-5
3	Бронскайли НММ 1:2000-6 ч	70	Садко × Скарпия
4	Бронскайли НММ 1:2500-18 ч	71	ZG 5
5	Шампи НЭМ1:3000-12ч	72	КА-3 × Спринтер
6	Фараон НЭМ 1:3000-12 ч	73	КА-1 × Спринтер
7	Иосиф НММ 1:2000-6 ч	74	(КА-3 × Ларец) × Спринтер
8	Иосиф НММ 1:2000-18 ч	75	AS 070418
9	Белогорыч×Платон + НММ 1:3000-6 ч	76	КА-2 × КА-12
10	Стратег НММ 1:3000-6 ч	77	VA08B-85
11	Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч × Гордей НЭМ 1:3000-12 ч	78	Harison
12	Иосиф НММ 1:2500-18 ч	79	SZD-7385
13	Иосиф НММ 1:2500-6 ч	80	SY Leo
14	Стратег НММ 1:2500-6 ч	81	Паттерн
15	Стратег НММ 1:2500-18 ч	82	Delicatesse
16	Белогорыч×Платон +НММ 1:2000-6 ч	83	Breuskylie
17	Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч	84	Campill
18	Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч	85	Хайлайт
19	Каррера НЭМ 1:3000-24 ч	86	Horley
20	Достойный НЭМ 1:1500-6 ч	87	Novosadski 519
21	Достойный НЭМ 1:3000-12 ч	88	Меркурио
22	Иосиф НММ 1:3000-6 ч	89	Майбрит
23	Бронскайли НММ 1:3000-12 ч	90	SY Baracooda
24	Михайло НЭМ 1:3000-24 ч	91	SY 215362
25	Стратег	92	SY 215361
26	Спринтер	93	SY 216489
27	Рубеж	94	Hoody
28	Молот	95	524/34
29	Ларец	96	NB 0301-Henan
30	Вася	97	Okal
31	Иосиф	98	Purdue
32	Каррера	99	Жердун
33	Лайс	100	Berangere
34	Шелк	101	Плезант
35	Сельхоз	102	Aimable
36	Серп	103	Conde
37	Сармат	104	Travelling
38	Агродеум 21	105	Elektra
39	Агродеум 11	106	Acton
40	Гордей	107	SCO 1/WA 1356/BMS
41	Самсон	108	IW 18-7-6-7
42	Тимофей	109	Tukwa
43	Ерема	110	Me Mair 601
44	Юрий	111	Fakir

Продолжение таблицы 14			
45	Версаль	112	Laser
46	Мир	113	Santos
47	Хорс	114	Tamaris
48	Жигули	115	Krimhild
49	Павел	116	Иней
50	Федор	117	Изгрев
51	Романс	118	Вежен
52	Сатурн	119	75777/75
53	Преemник	120	59-86-59
54	Платон	121	OB.154.1-70/22425 CMB 74 A
55	Циклон	122	Hamber
56	Силуэт	123	Sigra Gralo
57	Радикал	124	Адалина
58	Бастион	125	Pamol
59	Козырь	126	RT-570
60	Михайло	127	Зимний
61	Кондрат	128	Буслик
62	Хуторок	129	Okeane
63	Добрыня 3	130	Juka
64	КА-7	131	Уши
65	КА-5 x КА-3	132	Восход
66	КА-12	133	Девятый вал
67	Гордей x КА-6	134	561/292

Анализ второй популяции, в которую вошли сорта озимого ячменя современной российской селекции показал, что все сорта за исключением Самсон, Хорс, Преemник и Платон имели простой генетический фон, что позволяет предположить, что в их генотипе могли быть использованы общие родительские формы. Сорт Платон обособился от описываемой популяции и согласно анализу генетических данных относится к группе сортов озимого ячменя зарубежной селекции, несмотря на российское происхождение.

Группа образцов с 55 по 63 образовала третью популяцию, среди которых смешанным генотипом обладали сорта Циклон (до 20 % генплазмы других популяций) и Силуэт (до 5 %).

Четвертая популяция полностью состоящая из селекционных линий озимого ячменя, находящихся в работе Центра искусственного климата Кубанского ГАУ не выявляет наличия вклада генетики других популяций, за исключением селекционной линии (КА-3 × Ларец) × Спринтер, имеющей незначительную часть популяции стародавних российских сортов.

Несмотря на то, что группа сортов озимого ячменя зарубежной селекции, согласно данным STRUCTURE и Structure Selector, разделилась на две самостоятельные популяции считаем, что их необходимо анализировать как две субпопуляции одной генетически наиболее разнородной популяции среди всего изучаемого набора 134 сортообразцов. При этом сорта Зимний, Буслик и Девятый вал по своей структуре наглядно выделялись и были отнесены к сортам современной российской селекции озимого ячменя. В генетической структуре образцов 77-110 отмечено единичное проявление синей субпопуляции в крайне малых соотношениях. А в сортах 111-134 процент вклада субпопуляции обозначенной синим цветом варьировал от 10 % до 90 % с максимальным значением в сортах Изгрев, Иней, Вежен (80-90 %).

На основании всего выше изложенного можно предположить, что популяции как определенные нами в начале исследования, так и сформированные на основе анализа генетических данных мало комбинируются между собой. Это связано с тем, что в процессе многолетней направленной селекции генотип культуры озимого ячменя становился менее разнообразным. В такой эволюции ценные участки генома могли быть утеряны, что особенно ярко проявляется в обособленности популяции стародавних сортов от сортов современной отечественной селекции.

Все это позволяет сделать вывод о высоких перспективах составления новых гибридных комбинаций с учетом удаленности популяций друг от друга не только для получения в будущем сорте комплекса хозяйственно-ценных признаков, но и для повышения уровня генетического разнообразия генофонда озимого ячменя в целом.

3.2 Результаты использования маркеров межпраймерного связывания (iPBS) для изучения генетического разнообразия и создания нового исходного материала

3.2.1 Подбор наиболее перспективных пар для скрещивания

Достижение положительных результатов в селекции озимого ячменя напрямую зависит от разнообразия исходного генетического материала и глубины его изученности. При этом зачастую селекционер не обладает достоверными сведениями о генетической структуре имеющихся в коллекции образцов, что может создавать дополнительные препятствия на пути выведения нового сорта.

В современных условиях, селекционные программы требуют комплексного подхода к выбору родительских пар для скрещивания, чтобы максимально увеличить вероятность получения целевых признаков у потомства. В этой связи, методы многомерной статистики, такие как анализ главных координат кластерный анализ и анализ генетической структуры, становятся незаменимыми инструментами.

Проведенный нами генетический анализ популяций озимого ячменя с использованием данных методик, состоящих в общей сложности из 134 сортов и линий позволил оценить степень родства между отдельными образцами и выявить субпопуляции внутри изучаемых популяций.

Скрещивание представителей разных субпопуляций направлено на увеличение генетического разнообразия гибридного потомства и повышение эффективности селекционного процесса. Выбор родительских пар из разных кластеров способствовал получению гетерозисных гибридов, с повышенной продуктивностью.

Кроме того, при подборе родительских пар также основывались на классических подходах учитывающих эколого-географическое происхождение и биологические различия и дополнения в целевых признаках.

Такой комплексный подход с применением современных методик и классических принципов позволяет селекционерам более осознанно подходить к выбору родительских пар, оптимизировать процесс гибридизации и повысить вероятность получения ценных гибридов с желаемыми характеристиками.

На основании полученных нами результатов молекулярных исследований, а так же комплекса фенологических наблюдений, был сформирован перечень образцов для дальнейшего составления схемы скрещиваний и проведения гибридизации (таблица 15).

Таблица 15 – Сорта и линии озимого ячменя для составления пар скрещиваний

№ п/п	Наименование образца	№ п/п	Наименование образца
1	Бронскайли НММ 1:3000-6 ч	21	КА-1 × Спринтер
2	Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч	22	Harison
3	Достойный НЭМ 1:3000-12 ч	23	SZD-7385
4	Иосиф НММ 1:3000-6 ч	24	Адалина
5	Ерема	25	Hamber
6	Самсон	26	Okeane
7	Агродеум 11	27	Juka
8	Агродеум 21	28	Уши
9	Каррера	29	Восход
10	Лайс	30	Santos
11	Серп	31	Tamaris
12	Версаль	32	Krimhild
13	Юрий	33	Иней
14	Мир	34	Изгрев
15	Преемник	35	Вежен
16	Кондрат	36	75777/75
17	Хуторок	37	59-86-59
18	КА-7	38	Pamol
19	Гордей × КА-6	39	RT-570
20	Хуторок × КА-1	40	Conde

Принцип подбора родительских пар для скрещиваний должен подразумевать максимально возможное объединение всех положительных признаков в новом сорте. Для этого, как отмечает Н.В. Репко (2015), в качестве материн-

ской особи лучше использовать местный сорт озимого ячменя. В качестве отцовской формы - зарубежные сорта с менее выраженным проявлением селектируемого признака, но с высокой продуктивностью, устойчивостью к болезням, полеганию и другими ценными показателями.

Опыт ряда ученых показывает, что зарубежные сорта сельскохозяйственных культур ценны преимущественно как источник генов, отвечающих за полезные свойства, которые отсутствуют либо слабо проявлены у местных сортов. Они могут включать устойчивость к болезням и вредителям, полеганию, засухе. При выборе родительской формы для скрещивания важно провести её разностороннее сравнение со стандартным сортом. Высокая выраженность селектируемого признака будет полезна только если урожайность этой формы будет составлять не менее 70 % от стандарта. В противном случае такие формы не представляют селекционной ценности.

С учетом вышеизложенного был составлен и реализован план гибридизации, где отражалась информация о запланированных скрещиваниях, способах исполнения и итоговым объемом комбинаций.

3.2.2 Результаты гибридизации

Совместно со специалистами селекционной группы Центра искусственного климата Кубанского ГАУ в период 2022-2024 годов была проведена гибридизация с родительскими формами, указанными в таблице 15. Как было описано в п.п. 3.2, материнскими формами выступали местные сорта и линии озимого ячменя, отцовскими - сорта озимого ячменя зарубежной селекции.

В среднем, по каждой запланированной комбинации скрещивания, мы кастрировали и опыляли от 5 до 15 колосьев. Для получения новых гибридных форм использовали твел-метод опыления. При выборе материнского растения особое внимание уделялось его стадии развития и использовались только те из них, тычинки в которых были незрелыми – зелеными во всем колосе.

В целом было осуществлено - 80 комбинаций скрещиваний (таблица 16). В рамках программы скрещиваний 2021-2022 сельскохозяйственного года

было задействовано 19 образцов, выполнена 31 комбинация, получено 3154 гибридных зерна, средняя завязываемость в условиях года составила 38,8 %. В то время как 2023 году кастрировали и опыли 4608 цветков, получив 981 гибридных зерна в 18 гибридных комбинациях. Итоги 2024 года, были аналогичны 2022 году.

Таблица 16 – Итоги гибридизации озимого ячменя (Кубанский ГАУ, 2022-2024 гг.)

Показатели	Годы			Всего
	2022	2023	2024	
Количество комбинаций скрещивания, шт.	31	18	31	80
Количество опыленных цветков, шт.	8082	4608	7236	19926
Получено гибридных зерен, шт.	3154	981	2496	6631
% завязывания	38,8	21,3	34,5	31,5

Таким образом, осуществив 80 комбинаций скрещиваний нами получено 6631 гибридное зерно, как основа нового селекционного материала, который в дальнейшем будет изучен в более поздних поколениях.

3.2.3 Оценка селекционной ценности гибридных комбинаций

Полученные нами гибридные комбинации в дальнейшем, всесторонне изучались в естественных полевых условиях. В гибридных питомниках проводили оценку роста и развития растений, отмечали даты наступления основных фаз вегетации, подсчитывали сохранность после перезимовки, определяли устойчивость к болезням и полеганию. Начиная со второго поколения вели учет структурных элементов продуктивности и учет урожайности.

Анализ морфо-биологических признаков гибридов второго поколения, произведенный в условиях 2024 года, позволил выявить наиболее перспективный селекционный материал (таблица 17).

Таблица 17 – Характеристика гибридных комбинаций (Кубанский ГАУ, 2024 г.)

Гибридная комбинация	Дата колошения	Высота растений, см.	Устойчивость, балл			Урожайность, т/га
			полегание	МР*	СГС**	
Стратег, ст.	02.05	82	9	5,5	6,5	6,54
Агродеум 21 × Бронскайли НММ 1:3000-6 ч	04.05	85	9	8,5	6,5	7,02
Агродеум 11 × Hamber	28.04	96	8	9,0	7,0	6,89
КА-7 × SZD-7385	05.05	95	8	7,5	5,5	7,36
Карпера × Harison	04.05	84	9	6,5	4,5	6,96
Лайс × Conde	03.05	99	9	7,0	6,5	7,35
Серп × Okeane	01.05	102	7	6,5	6,0	7,94
Мир × SZD-7385	04.05	84	9	8,0	5,5	8,17
Преемник × Ramol	01.05	89	9	8,5	6,5	8,02
Версаль × Адалина	03.05	78	9	7,5	7,5	7,06
КА-7 × Santos	05.05	82	9	8,0	6,0	7,49

*МР – мучнистая роса; **СГС – сетчатый гельминтоспориоз.

Выделенные гибридные комбинации по срокам колошения были в одной группе спелости со стандартным сортом, за исключением Агродеум 11 × Hamber, у которой фиксировали более раннее вступление в данную фазу.

По высоте растений наблюдалась значительная вариативность от 78 до 102 см, но все гибриды имели довольно высокий балл устойчивости к полеганию, минимальный он был у комбинации Серп × Okeane – 7 баллов, но и высота растений данного гибрида была максимальной в 102 см.

В условиях вегетации 2024 года в гибридном питомнике фиксировали развитие двух патогенов, это мучнистой росы и сетчатого гельминтоспориоза. Высокая устойчивость к мучнистой росе выявлена у гибридов Агродеум 11 × Hamber, Преемник × Ramol, Агродеум 21 × Бронскайли НММ 1:3000-6 ч на их листовом аппарате практически отсутствовали видимые пустулы патогена. При этом стандартный сорт имел умеренное количество пустул на листьях и

междоузлиях нижнего яруса. Наиболее агрессивно проявилась сетчатая пятнистость, в гибридном питомнике поражала до 50% листьев. Сорт Стратег имел средний балл устойчивости, более восприимчивыми были гибриды Карпера × Harison, КА 7 × SZD-7385, Серп × Okeane, Мир × SZD-7385 и КА7 × Santos. Устойчивость остальных форм превышала стандартный сорт либо была на уровне с ним.

Все гибридные формы сформировали высокую продуктивность, превышающую стандарт от 0,35 т/га у Агродеум 21 × Бронскайли НММ 1:3000-6 ч до 1,63 т/га у Серп × Okeane.

В целом, выделенные гибриды выглядят перспективными, у них отмечается сочетание высокой урожайности с хорошей устойчивости к полеганию и болезням. Однако, их изучение будет еще продолжено, в третьем поколении уже отобраны элитные растения по каждой комбинации, для посева в селекционный питомник.

4 ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОЗДАНЫХ СОРТОВ

В процессе проведения научных исследований, параллельно велась работа по созданию новых сортов, классическими методами, в которой автор принимал активное участие. Практическим результатом селекционной деятельности стало создание трех новых сортов озимого ячменя Агродеум 11, Агродеум 21 и Кубагро 100.

Агродеум 11 – оригинатор Кубанский ГАУ. Сорт охраняется патентом. Двурядный озимый ячмень (*H. S. distichum L.*) ботанической разновидности *nutans*. Цилиндрический соломенно-желтый колос длиной 8–13 см оснащен длинными эластичными зазубренными остями. Формирует крупное полуудлиненное хорошо выполненное желтое зерно с массой 1000 зерен до 55 г (таблица 18).

Таблица 18 – Характеристика сорта озимого ячменя Агродеум 11 (Кубанский ГАУ, 2022-2024 гг.)

Признак	Сорт	
	Стратег, ст.	Агродеум 11
Дата колошения	03.05	27.04
Высота растений, см	96	92
Устойчивость к полеганию, балл	8	7
Поражение болезнями, %		
естественный фон		
мучнистая роса	5-10	0-3
карликовая ржавчина	10-15	5-10
сетчатый гельмитоспориоз	15-20	10-15
темно-бурая пятнистость	0-5	0-3
Количество продуктивных стеблей на 1 м ²	461	802
Число зерен в колосе, шт.	43	26
Масса 1000 зерен, г.	36,8	49,5
Урожайность, т/га	7,32	6,58

Сорт раннеспелый и полностью выколашивается на 6–8 дней раньше стандартного сорта Стратег. Средняя высота растений 90–98 см обеспечивает ему большую устойчивость к полеганию относительно других сортов такой же разновидности. Высокий коэффициент кущения позволяет формировать более 800 продуктивных стеблей на 1 м² к уборке. Хорошо реагирует на внесение удобрений. Потенциальная урожайность – 11,5 т/га, средняя 6-8 т/га. Проявляет высокую устойчивость к мучнистой росе, бурой пятнистости в естественных условиях. На инфекционном фоне в средней степени поражается пыльной головней. Устойчив к выпиранию, переувлажнению, перестоя и осыпанию.

Формируя двурядную форму, данный сорт имеет перспективность использования в солодовенной промышленности. Ежегодно в РФ производится 1,5-1,7 млн. тонн солода. Экспортный потенциал по солоду составляет около 240 тыс. т. Для обеспечения солодовенной отрасли сырьем необходимо более 2,0 млн. тонн качественного зерна ячменя. Некоторые производители, чтобы найти сырье, которое соответствует необходимым стандартам, расширяют географию закупок и выходят в новые регионы, что приводит к увеличению стоимости продукта из-за логистики. Также рассматриваются варианты использования в качестве сырья и сортов ячменя озимой формы, которая востребована в производстве на юге нашей страны.

Поэтому с целью оценки солодовенных качеств селекционных форм озимого ячменя, нами ведутся исследования на базе партнера и производителя солода ООО «Прибой».

В результате проведения физико-химической оценки зерна выявлено несоответствие спецификации по содержанию крахмала. Для хорошего пивоваренного ячменя считается нормальным содержание крахмала не менее 60% по сухому веществу. У лучших пивоваренных сортов содержание крахмала может достигать 70–82% (таблица 19). Также есть превышение нормативов по стекловидности, у сорта Агродеум 11 ее показатели составили 6,1%, при норме до 3%. Эти два показателя, требуют более качественной оценки и дальнейшей проработки, так как в известной мере, содержание крахмала в зерне ячменя

зависит от условий выращивания. Также уровень крахмала контролируется множеством генов, и идентификация и отбор растений с благоприятными аллелями этих генов, позволяет ускорить процесс отбора и повысить его точность.

По остальным показателям сорт соответствовал заявленным требованиям, но необходима более детальная оценка уже солода по характеристикам пивоваров.

Таблица 19 - Результаты испытаний сорта Агродеум 11 по спецификации ООО «Прибой», 2024 г.

Наименование показателя	Нормативные значения		Агродеум 11
	высший класс	первый класс	
Органолептические показатели зерна			
Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневых зёрен и зерновых вредителей		Соответствует
Запах	Солодовый. Не допускаются посторонние запахи: плесени, кислый, затхлый и другие, не свойственные продукту		Свойственный
Цвет	От светло-жёлтого до жёлтого		Желтый
Физико-химические показатели зерна			
Натура, г/л	680-700	610	664
Влажность, % не более	14,0	14,0	11,7
Массовая доля белка, %	11,5	11,5	10,6
Крахмал, %	65,0	58,0	56,5
Сорная примесь, %	0,2	0,3	0,04
Проход через сито 2,2*20 мм, % не более	2,0	5,0	3,0
Крупность, %	90,0	85,0	87,0
Энергия прорастания, %	95,0	93,0	99,4
Стекловидность, %	2,0	3,0	6,1

Таким образом, данный сорт является ценным исходным материалом для селекционных программ по созданию форм сочетающих в себе химические и ферментативные показатели для производства солода.

Агродеум 21 – оригинатор Кубанский ГАУ, сорт охраняется патентом. Двурядный озимый ячмень (*H. S. distichum L.*). Ботаническая разновидность *nutans*. Средней группы спелости. Формирует колос длиной до 12-14 см. Ости в два раза длиннее колоса, с хорошо выраженной зазубренностью. Зерно крупное, масса 100 зерен 45-55 грамм, удлиненной формы.

Фазы колошения и созревания наступают на 3-5 дней позже стандарта. Средняя высота растений до 100 см, но признак сильно варьирует в зависимости от предшественника и применяемой технологии, от этих составляющих и зависит устойчивость сорта к полеганию. При применении интенсивной технологии необходима обработка ретардантами.

Как и предыдущий сорт, Агродеум 21 формирует более 800 продуктивных стеблей на квадратном метре, что говорит о высоком коэффициенте кущения (таблица 20).

Таблица 20 – Характеристика сорта озимого ячменя Агродеум 21 (Кубанский ГАУ, 2022-2024 гг.)

Признак	Сорт	
	Стратег, ст.	Агродеум 21
Дата колошения	03.05	07.05
Высота растений, см	96	98
Устойчивость к полеганию, балл	8	7
Поражение болезнями, %		
естественный фон		
мучнистая роса	5-10	0
карликовая ржавчина	10-15	0-5
сетчатый гельмитоспориоз	15-20	10-15
темно-бурая пятнистость	0-5	0-3
Количество продуктивных стеблей на 1 м ²	461	814
Число зерен в колосе, шт.	43	24
Масса 1000 зерен, г.	36,8	50,5
Урожайность, т/га	7,32	7,58

Агродеум 21 проявляет высокую устойчивость к распространенным в зоне болезням, практически не поражается мучнистой росой, высокоустойчив

к карликовой ржавчине. В конкурсном сортоиспытании его урожайность превысила показатели стандарта и составила 7,58 т/га.

Также этот сорт, в целях выявления исходного материала для селекционной программы солодовенного направления, испытали по ряду целевых признаков (таблица 21).

Таблица 21 – Результаты испытаний сорта Агродеум 21 по спецификации ООО «Прибой», 2024 г.

Наименование показателя	Нормативные значения		Агродеум 21
	высший класс	первый класс	
Органолептические показатели зерна			
Внешний вид	Однородная зерновая масса, не содержащая плесневых зёрен и зерновых вредителей		Соответствует
Запах	Солодовый. Не допускаются посторонние запахи: плесени, кислый, затхлый и другие, не свойственные продукту		Свойственный
Цвет	От светло-жёлтого до жёлтого		Желтый
Физико-химические показатели зерна			
Натура, г/л	680-700	610	686
Влажность, % не более	14,0	14,0	11,9
Массовая доля белка, %	11,5	11,5	11,6
Крахмал, %	65,0	58,0	55,0
Сорная примесь, %	0,2	0,3	0,03
Проход через сито 2,2*20 мм, % не более	2,0	5,0	2,0
Крупность, %	90,0	85,0	90,4
Энергия прорастания, %	95,0	93,0	98,4
Стекловидность, %	2,0	3,0	4,0

Органолептические показатели зерна были в норме. Натура зерна соответствовало высшему классу, массовая доля белка также была в допустимых пределах. Отмечена высокая энергия прорастания у сорта и крупность зерновки. Есть расхождения по крахмалу и стекловидности, что также требует проработки данных качественных характеристик, но по комплексу показателей сорт может быть применен как исходный материал для новой селекционной программы.

Кубагро 100 – оригинатор Кубанский ГАУ, сорт охраняется патентом. Ботаническая разновидность – *parallelum*. Колос шестирядный, плотный, ости длинные, зазубренные; зерно соломенно-жёлтого яркого цвета. Форма куста в фазе кущения промежуточная. Ости и ушки флагового листа имеют слабую антоциановую окраску. Колос цилиндрической формы, среднего размера, формирует до 60 зерен. Зерно полуудлиненной формы, желтого цвета среднего размера. Масса 1000 зерен 39–44 г.

Вегетационный период сорта Кубагро 100 составляет 242–258 дней, что позволяет отнести его к группе среднеспелых сортов. Даже на высоких агрофонах устойчив к полеганию за счет относительно небольшой высоты растений (98–105 см) (таблица 22).

Таблица 22 – Характеристика сорта озимого ячменя Кубагро 100 (Кубанский ГАУ, 2022-2024 гг.)

Признак	Сорт	
	Стратег, ст.	Кубагро 100
Дата колошения	03.05	05.05
Высота растений, см	96	104
Устойчивость к полеганию, балл	8	9
Поражение болезнями, % естественный фон		
мучнистая роса	5-10	5-10
карликовая ржавчина	10-15	5-10
сетчатый гельмитоспориоз	15-20	10-15
темно-бурая пятнистость	0-5	0-5
Количество продуктивных стеблей на 1 м ²	461	614
Число зерен в колосе, шт.	43	54
Масса 1000 зерен, г.	36,8	42,5
Урожайность, т/га	7,32	8,03

Показатели урожайности сорта Кубагро 100 за 2022-2024 годы превышали данные стандарта на 0,71 т/га, составляя 8,03 т/га. Сочетание комплекса положительных признаков свойств в сорте Кубагро 100 делает его особенно привлекательным для селекционных программ по созданию новых адаптивных сортов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенной научно-исследовательской работы на основе методов молекулярного маркирования генотипировано 134 коллекционных образца озимого ячменя с использованием 24 iPBS – маркеров (2373; 2074; 2228; 2415; 2230; 2075; 2078; 2237; 2374; 2375; 2376; 2095; 2330; 2309; 2321; 2346; 2328; 2311; 2312; 2334; 2303; 2339; 2341; 2306).

2. Выявлено от 136 до 302 полиморфных аллелей на образец. Наиболее высоким уровнем изменчивости обладает образец Стратег НММ 1:2500-6 ч, а наиболее низким сорт Платон. Всего было обнаружено 82 аллельных состояний по всем маркерам.

3. Установлена генетическая индивидуальность и уникальность каждого испытуемого образца на основании комплекса методов статистической обработки, позволившего сгруппировать образцы в соответствии с фенологическими особенностями, географией происхождения, а так же их генетической структурой.

4. Выделены сорта и линии, обладающие сложным генотипом, как наиболее перспективные для использования в качестве родительских форм: Бронскайли НММ 1:3000-6 ч; Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч; Достойный НЭМ 1:3000-12 ч; Иосиф НММ 1:3000-6 ч; Ерема; Самсон; Агродеум 11; Агродеум 21; Каррера; Лайс; Серп; Версаль; Юрий; Мир; Преемник; Кондрат; Хуторок; КА-7; Гордей × КА-6; Хуторок × КА-1. КА-1 × Спринтер; Harison; SZD-7385; Адалина; Hamber; Okeane; Juka; Уши; Восход; Santos; Tamaris; Krimhild; Иней; Изгрев; Вежен; 75777/75; 59-86-59; Ramol; RT-570; Conde.

5. Составлен план гибридизации, по итогам которого осуществлено 80 комбинаций скрещиваний.

6. При изучении новых гибридных комбинаций выделены образцы с ранним сроком колошением Агродеум 11 × Hamber; Серп × Okeane Преемник × Ramol.

7. Большинство созданных форм отличались высокой устойчивостью к полеганию. Гибриды Агродеум 11 × Hamber, Преемник × Ramol, Агродеум 21 × Бронскайли НММ 1:3000-6 ч проявили высокую устойчивость к мучнистой росе.

8. Выделены гибридные формы обладающие высокими показателя уржайности: Агродеум 21 × Бронскайли НММ 1:3000-6 ч; Агродеум 11 × Hamber; КА-7 × SZD-7385; Карпера × Harison; Лайс × Conde; Серп × Okeane; Мир × SZD-7385 и др., их превышение над стандартом было от 0,35 до 1,63 т/га.

9. В соавторстве с коллективом Центра искусственного климата имени академика В.М. Шевцова созданы и запатентованы новые высокопродуктивный сорта озимого ячменя: Агродеум 11, Агродеум 21, Кубагро 100.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ

Рекомендовать современные молекулярно-генетические методы на основе iPBS – маркеров (2373; 2074; 2228; 2415; 2230; 2075; 2078; 2237; 2374; 2375; 2376; 2095; 2330; 2309; 2321; 2346; 2328; 2311; 2312; 2334; 2303; 2339; 2341; 2306) для генотипирования озимого ячменя, а так же для изучения их генетического разнообразия и популяционной структуры.

Использовать результаты генотипирования в селекционной практике для эффективного подбора родительских пар и получения целевых гибридных форм.

Продолжить изучение гибридов в третьем поколении, произвести в каждой комбинации отбор элитных растений для раскрытия их потенциала как ценных носителей генов хозяйственно-ценных признаков.

Активно включать в программы скрещиваний новые высокопродуктивные сорта Агродеум 11, Агродеум 21, Кубагро 100.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абибулаев, О. А. Энеолит и бронза на территории Нахичеванской АССР / О. А. Абибулаев. – Баку : Эли, 1982. – 315 с.
2. Алабушев, А. В. Маркирование генов *Rpd* и *Vrn* у ячменя методами ПЦР-анализа / А. В. Алабушев, А. А. Донцова, Е. К. Потокина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 4(47). – С. 4-9.
3. Альбертс, Б., Молекулярная биология клетки. В 3т. / Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис. – М.: Мир, 1994. – 517 с.
4. Амитей, С. Основные концепции и методы использования систем ДНК-маркеров в молекулярной селекции растений // *Heliyon*. 2021;7(10): e08093. DOI 10.1016/j.heliyon.2021.e08093. PMID: 34765757. PMCID: PMC8569399.
5. Бершанский, Р. Г. Озимый ячмень: технология и урожай / Р. Г. Бершанский, А. С. Ерешко, В. Б. Хронюк. – зерноград : АЧГАА, 2011. – 108 с.
6. Способы детекции результатов полимеразной цепной реакции в режиме реального времени / С. М. Бикбулатова, Д. А. Чемерис, Ю. М. Никоноров [и др.] // Вестник Башкирского университета. – 2012. – Т. 17, № 1. – С. 59-67.
7. Богданова, О. В. Обзор эмпирических и современных методов селекции для улучшения ячменя (*Hordeumvulgare*) (обзор) / О. В. Богданова, А. А. Новикова // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105, № 1. – С. 139-158. – DOI 10.33284/2658-3135-105-1-139.
8. Борович, С. А. Принципы и методы селекции растений / С. А. Борович. – М.: Колос, 1984. – 344 с.
9. Брюбейкер, Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика (Перевод с англ.). – Москва : Колос, 1966. – 224 с.
10. Вавилов Н. И. Генетика и селекция. Избр. соч. / Н. И. Вавилов. – М. : Колос, 1966. – 560 с.
11. Вавилов, Н. И. Центры происхождения культурных растений //Избранные труды : в 5 т. – Москва, Ленинград : Наука, 1965. – Т. 5. – 248 с.

12. Вавилов, П. П. Растениеводство. – 2-е изд., доп. и перераб. /В. В. Гриценко [и др.]. – Москва : Колос, 1981. – 432 с.
13. Вальков, В. Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В. Ф. Вальков Ю. А. Штомпель, В. И. Тюльпанов. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 1996. – 191 с.
14. Васюков, П. П. Интенсивность и эффективность селекции новых сортов озимого ячменя в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко / П. П. Васюков, Ю. А. Грунцев, В. М. Лукомец // Вопросы селекции и возделывания полевых культур : материалы науч.-практ. конф. – Краснодар, 2001. – С. 3–5.
15. Гаркавый, П. Ф. О селекции ярового и озимого ячменя: сб. науч. трудов / П. Ф. Гаркавый // Всесоюзный селекционно-генетический институт. – Москва : Колос. – 1972. – С. 14–21.
16. Гаркавый, П. Ф. Озимый ячмень высокоурожайная культура. //Озимый ячмень: Информационный бюллетень. – Одесса, 1967. – № 3. – С. 18–20.
17. Генетический полиморфизм. Значение. Методы исследования / Д. Леонов, Е. Устинов, В. Деревянная [и др.] // Молодёжь XXI века: шаг в будущее : материалы XVIII региональной научно-практической конференции, Благовещенск, 18 мая 2017 года. – Благовещенск: Благовещенский государственный педагогический университет, 2017. – С. 561-562.
18. Геномное моделирование в селекции риса на устойчивость к био- и абиотическим стрессорам / Е. В. Дубина, С. А. Лесняк, М. Г. Рубан [и др.] // Передовые исследования Кубани : Сборник материалов Ежегодной отчетной конференции грантодержателей Кубанского научного фонда, Сочи, 20–22 июня 2022 года. – Краснодар: Унитарная некоммерческая организация "Кубанский научный фонд", 2022. – С. 148-159.
19. Гольд, В. М. Физиология растений / В. М. Гольд, Н. А. Гаевский, Т. И. Голованова [и др.]. – Красноярск : ИПК СФУ. – 2008. – 148 с.

20. Гончаров, Н. П. Методические основы селекции растений /Н. П. Гончаров, П. Л. Гончаров, В. К. Шумный. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2009. – 427 с.

21. Городов, В. Т. Исходный материал и результаты селекции яровой пшеницы на качество / В. Т. Городов, М. И. Павлов, Е. И. Малокозова // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения : VI международная научно-производственная конференция, Белгород, 26–28 марта 2002 года. Том Часть I. – Белгород: Белгородская государственная сельскохозяйственная академия, 2002. – С. 69.

22. Горшкова, В. А. Создание сортов ячменя с высокой экологической пластичностью / В. А. Горшкова, В. Т. Городов // Новое в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур. Научные труды НИИСХ ЦЧП. – Каменная степь, 1987. – С. 67–72.

23. Практическое применение молекулярных маркеров в селекции пшеницы (обзорная) / Н. В. Гулаева, Ю. В. Чесноков, С. Н. Шевченко [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20, № 2-4(82). – С. 726-731.

24. Гуляев, Г. В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г. В. Гуляев, Ю. Л. Гужев. – М.: Колос, 1978.–440 с. 36. Дзюба, В. А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса / В. А. Дзюба. – Краснодар, 2010. – С. 73–147, 374–376.

25. Давыденко, В. Н. Гены семейства СВF как основные факторы морозоустойчивости озимых зерновых культур / В. Н. Давыденко, Н. В. Репко, К. В. Сухинина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 112. – С. 95-99. – DOI 10.21515/1999-1703-112-95-99.

26. Давыденко, В. Н. Оценка морозоустойчивости сортов озимого ячменя с помощью молекулярных маркеров / В. Н. Давыденко, Н. В. Репко, К. В. Сухинина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 117. – С. 114-119. – DOI 10.21515/1999-1703-117-114-119.

27. Дзюба, В. А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса / В. А. Дзюба. – Краснодар, 2010. – С. 73–147, 374–376.
28. Динамика мирового производства ячменя / Н. В. Репко, К. В. Сухина, Д. Н. Сердюков [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 179. – С. 222–231. – DOI 10.21515/1990-4665-179-013.
29. ДНК-маркеры в растениеводстве / К. Р. Канукова, И. Х. Газаев, Л. К. Сабанчиева [и др.] // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2019. – № 6(92). – С. 220–232. – DOI 10.35330/1991-6639-2019-6-92-220-232.
30. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва : Агропромиздат. – 1985. – 351 с.
31. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1985. – 416 с.
32. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос. – 1973. – С. 167–176, 231–239.
33. Дубина Е.В. Молекулярные маркеры в селекции растений. Краснодар: Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина, 2023. 165 с.
34. Ерешко, А. С. История селекции озимого и ярового ячменя на Дону : сб. науч. трудов АЧГАА / А. С. Ерешко // Технология, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур. – Зерноград, 2004. – С. 42–44.
35. Ерешко, А. С. Совершенствование технологии возделывания ячменя / А. С. Ерешко, Л. В. Шикина. – Зерноград, 2010. – 87 с.
36. Ерешко, А. С. Ячмень: от селекции к производству / А. С. Ерешко. – Ростов-на-Дону, 2007. – 184 с.
37. Злак отличия: в России создают банк генетических ресурсов растений. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://iz.ru/1032951/nataliia>

mikhalchenko/zlak-otlichii-v-rossii-sozdaiut-bank geneticheskikh-resursov-rastenii/.

38. Изучение биоразнообразия *RYRICULARIA ORYZAE CAV* в рисосеющих зонах юга России на основе методов ПЦР / Е. В. Дубина, П. И. Костылев, М. Г. Рубан [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 6(54). – С. 29-35.

39. "Использование iPBS маркеров для анализа полиморфизма генотипов озимого ячменя/ К.В.Сухинина , Е.В.Дубина ,Н.В. Репко , В.Н.Давыденко // Вестник КрасГАУ. – 2025. – № 5(218). – С. 47-61. –DOI 10.36718/1819-4036-2025-5-47-61.

40. Использование аллель-специфичных маркеров генов *Rpd* и *Vrn* для прогнозирования продолжительности вегетационного периода сортов ячменя / М. М. Злотина, О. Н. Ковалева, И. Г. Лоскутов, Е. К. Потоккина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, № 1. – С. 50-62.

41. Канукова, К. Р. ДНК-маркеры в растениеводстве / К. Р. Канукова, И. Х. Газаев, Л. К. Сабанчиева, З. И. Боготова, С. П. Аппаев // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – № 6 (92). – 2019. – С. 220–232.

42. Коблянский, А. С. Сортовые особенности формирования урожайности и посевные качества семян озимого ячменя в центральной зоне Краснодарского края / А. С. Коблянский. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 24 с

43. Коданев, И. М. Ячмень / И. М. Коданев. – Москва : Колос, 1964. – 239 с.

44. Койшыбаев, М. Методические указания по мониторингу болезней, вредителей и сорных растений на посевах зерновых культур / М. Койшыбаев, Х. Муминджанов // ФАО. – Анкара, 2016. – 42 с.

45. Корж С.О., Горун О.Л., Явцева Е.И., и др. Анализ генотипов томата с использованием iPBS маркеров // Рисоводство. 2023. № 1 (58). С. 82–96. DOI 10.33775/1684-2464-2023-58-1-82-96.

46. Краснов Я. М., Гусева Н. П., Шарапова Н. А., Черкасов А. В. Современные методы секвенирования днк (обзор) // Проблемы особо опасных инфекций. 2014. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-metody-sekvenirovaniya-dnk-obzor> (дата обращения: 03.02.2025).

47. Кривченко, В. И. Законы Н. И. Вавилова о естественном иммунитете растений и проблемы селекции на устойчивость / В. И. Кривченко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Т. 100. Л., 1987 – С. 20-30.

48. Кузнецова, Т. Е. Комбинированная селекция озимого ячменя в Краснодарском НИИСХ / Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, С. А. Левштанов, Н. А. Веретельникова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Том 171. СПб.: ВИР, 2013. – С. 208-213.

49. Кузнецова, Т. Е. Селекция ячменя на устойчивость к болезням в условиях Северного Кавказа: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Т. Е. Кузнецова. Краснодар: КубГАУ, 2006. – 50 с.

50. Генетический полиморфизм. Значение. Методы исследования / Д. В. Леонов, Е. М. Устинов, В. О. Деревянская [и др.] // Амурский медицинский журнал. 2017. №2 (18).

51. "Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса / ВАСХНИЛ, ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова; [Сост. М. В. Лукьянова и др.]. 3-е изд., перераб. – Ленинград : ВИР, – 1981. – 31 с. "Министерство сельского хозяйства Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : URL: <http://mcx.ru/> (дата обращения: 10.07.2024).

52. Мухина, Ж. М. Молекулярные маркеры и их использование в селекционно-генетических исследованиях / Ж. М. Мухина, Е. В. Дубина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 66. – 386 – 496.

53. Омаров, Д. С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений / Д. С. Омаров // Сельскохозяйственная биология. – Москва : Колос, 1975. – С.123–127.

54. Оценка устойчивости коллекционных образцов озимого ячменя к болезням / К. В. Сухинина, Н. В. Репко, Д. Н. Сердюков [и др.] // Проблемы селекции - 2022 : Тезисы докладов международной научной конференции, Москва, 12–15 октября 2022 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. – С. 117.

55. Паркина, О. В. Организация и техника селекционного процесса : метод. указания для самостоятельной работы / О. В. Паркина, Е. Л. Лейболт, В. В. Пискарев. – Новосибирск : Новосибирский государственный аграрный университет, 2011 – 20 с.

56. Польза ячменя для здоровья человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sfera.fm/articles/zernovye/chem-polezen-yachmen-dlyaorganizma-cheloveka> (дата обращения: 09.07.2024).

57. Поморцев, А. А. Идентификация и оценка сортовой чистоты семян ячменя методом электрофоретического анализа запасных белков зерна / А. А. Поморцев, Е. В. Лялина. – Москва : МСХА, 2003. – С. 85.

58. Посыпанов, Г. С. Растениеводство / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Г. В. Коренев. – Москва : КолосС, 2006. – 143 с.

59. Привалов Ф. И., Петрович У. Э., Гордей С. И. Основные результаты и перспективы использования биотехнологии в селекции сельскохозяйственных культур //Молекулярная и прикладная генетика. – 2015. – Т. 19. – С. 13–24.

60. ПЦР в реальном времени / Д. В. Ребриков, Г. А. Саматов, Д. Ю. Трофимов [и др.] ; под ред. д. б. н. Д. В. Ребрикова. —12-е изд. – М. : Лаборатория знаний, 2024. – 223 с. : ил. –ISBN 978-5-93208-391-8.

61. Пыльнев, В. В. Частная селекция полевых культур / В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, Т. И. Хупацария [и др.]. // под ред. В. В. Пыльнева. – Москва : Колос С, 2005. – 552 с.

62. Ревенко, В. Ю. Способ повышения эффективности селекционного процесса / В. Ю. Ревенко, О. М. Агафонов // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 9. – С. 56-60.

63. Репко, Н. В. Анализ зависимости урожайности от продолжительности вегетационного периода сортов озимого ячменя / Н. В. Репко, А. С. Коблянский, Е. В. Хронюк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 132. – С. 951-964. – DOI 10.21515/1990-4665-132-074.
64. Репко, Н. В. Селекция озимого ячменя в условиях юга России / Н. В. Репко. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 258 с.
65. Репко, Н. В. Статистические исследования мирового производства зерна ячменя / Н. В. Репко, К. В. Подоляк, Е. В. Смирнова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар : КубГАУ, 2015. – № 106 (02).
66. Ретроспективный анализ сортов озимого ячменя, созданных на юге России / Н. В. Репко, Е. В. Смирнова, К. В. Сухинина, А. С. Коблянский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 347-365.
67. Рубан, М. Г. Молекулярно-генетические методы в изучении биоразнообразия *Pyricularia oryzae* Cav. В рисосеющих зонах Юга России / М. Г. Рубан, Е. В. Дубина, Ю. В. Анискина // Экология и мелиорация агроландшафтов: перспективы и достижения молодых ученых : Материалы VII Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 120-летию со дня рождения Альбенского Анатолия Васильевича, Волгоград, 06–09 ноября 2019 года. – Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2019. – С. 224-225.
68. Рыбась, И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур / И. А. Рыбась // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51, № 5. – С. 617 – 626. – DOI 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
69. Сравнительная оценка перспективных селекционных линий озимого ячменя по комплексу хозяйственно-ценных признаков / К. В. Сухинина, Н. В. Репко, Д. Н. Сердюков [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 4(36). – С. 92-96.

70. Сухинина, К. В. Ботаническая классификация ячменя и её использование в селекции новых сортов / К. В. Сухинина, Н. В. Репко, В. В. Ковалев // Современные научные исследования и разработки. – 2016. – № 6(6). – С. 105–108.

71. Сухинина, К.В., Репко Н.В., Ерешко А.С. Теоретическая модель будущего сортотипа озимого ячменя // Рисоводство. 2017. № 1 (34). С. 34–38.

72. Технология возделывания озимого ячменя : Методические рекомендации для специалистов сельскохозяйственного производства и студентов сельскохозяйственных вузов / Е. Г. Филиппов, А. А. Донцова, Д. П. Донцов [и др.]. – Саратов : ФГБНУ "Аграрный научный центр "Донской", 2024. – 102 с.

73. Хронюк, Е. В. История селекции ячменя на юге России / Е. В. Хронюк, И. М. Лаврухина // Вестник Донского государственного аграрного университета. – 2019. – № 3-1(33). – С. 76-82.

74. Цаценко, Л. В. Методология научной агрономии: курс лекций / Л. В. Цаценко, Н. А. Щербаков. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – С. 10–11.

75. Цаценко, Л. В. Молекулярная биология: учеб. пособие / Л. В. Цаценко, Ю. С. Бойко, Д. В. Крутенко. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – С. 14–15.

76. Чесноков Ю.В. Молекулярно-генетические маркеры и их использование в предселекционных исследованиях. – С.-Пб.: АФИ, 2013. – 116 с

77. Шавруков, Ю. Н. CAPS-маркеры в биологии растений / Ю. Н. Шавруков // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19, № 2. – С. 55-63.

78. Шейкина, О. В. Оценка полиморфизма и подбор SSR - и iPBS-маркеров для молекулярно-генетических исследований берёзы повислой / О. В. Шейкина, Е. А. Гладкова, Ю. Ф. Гладков [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университета. – 2019. – № 4 (44). – С. 59–69.

79. Ячмень – Методы оценки селекционного материала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://selekcija.ru/category/yachmen>.

80. Agarwal, M. Advances in molecular marker techniques and their applications in plant sciences / M. Agarwal, N. Shrivastava, H. // Padh (2008) Plant Cell Rep. – 2008. – № 27(4). P. 617–631.
81. Alicchio, R. Restriction fragment length polymorphism based phylogenetic analysis of Avena L / R. Alicchio, L. Aranci, L. Conte // Genome. – 1995. – V. 38. – №. 6. – P. 1279–1284.
82. Amiteye, S. Basic concepts and methodologies of DNA marker systems in plant molecular breeding / Heliyon. – 2021. – № 7(10):e08093. – DOI 10.1016/j.heliyon.2021.e08093.
83. Applicability of inter-primer binding site iPBS retrotransposon marker system for the assessment of genetic diversity and population structure of Peruvian rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) germplasm / F. S. Baloch [et al.] // Molecular Biology Reports. – 2022. – P. 1-12.
84. Application of real-time and multiplex polymerase chain reaction assays to study leaf blotch epidemics in barley / J. M. Fountaine, M. W. Shaw, B. Napier [et al.] // Phytopathology. – 2007. № 97(3). – P. 297-303. – DOI 10.1094/PHYTO-97-3-0297.
85. Brownstein, M. J. Modulation of non-templated nucleotide addition by Taq DNA polymerase: primer modifications that facilitate genotyping / M. J. Brownstein, J. D. Carpten, J. R. Smith // Biotechniques. – 1996. – Vol. 20, N 6. – P. 1004–1010.
86. Conventional and Molecular Techniques from Simple Breeding to Speed Breeding in Crop Plants / S. Ahmar, R. A. Gill, K. H Jung [et al.] // Recent Advances and Future Outlook. – 2020. № 21. – P. 2590.
87. Doebley, J. F. The Molecular Genetics of Crop Domestication / J. F. Doebley, B. S. Gaut, S. B. Dmuth // Cell. – 2006. – № 127. – P. 1309–1321.
88. Don, R.H. Touchdown PCR to circumvent spurious priming during gene amplification / R. H. Don, P. T. Cox, B. J. Wainwright [et al.] // Nucleic Acids Research. – 1991. – Vol. 19. – P. 4008.

89. Genetic diversity analysis of tree peony germplasm using iPBS markers / Y. B. Duan, D.L. Guo, L.L. Guo [et al.] // *Genet Mol Res.* – 2015. – № 14(3). – P 7556-66. – DOI 10.4238/2015.July.3.31.
90. Edwards, K. A Simple and rapid method for the preparation of plant genomic DNA for PCR analysis. / K. Edwards, C. Johnstone, C. Thompson // *Nucleic acids research.* – 1991. – Vol. 19, N 6. – P. 1349.
91. Efficiency of RAPD, ISSR, iPBS, SCoT and phytochemical markers in the genetic relationship study of five native and economical important bamboos of North-East India / T. Amom, L. Tikendra, N. Apana [et al.] // *Phytochemistry.* – 2020. – № 174. – P. 112330. – DOI 10.1016/j.phytochem.2020.112330.
92. The first report about genetic diversity analysis among endemic wild rhubarb (*Rheum ribes* L.) populations through iPBS markers / Ç. Erdinç, A. Ekinçialp, S. Turan [et al.] // *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi/Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* – 2021. – №45. – P. 784-796.
93. ESNC, 2010. Egypt Second National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change // Published by Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA). – 2010. – № 38 – P. 242–250.
94. Exploring the genetic diversity and population structure of Turkish laurel germplasm by the iPBS-retrotransposon marker system / Ü. Karik, M. A. Nadeem, A. Yilmaz [et al.] // *Agronomy.* – 2019. – Vol. 9, №. 10. – P. 647. – DOI 10.3390/agronomy9100647.
95. Exploring genetic diversity and Population structure of five *Aegilops* species with inter-primer binding site (iPBS) markers / F. Kizilgeci, B. Bayhan, A. Türkoğlu [et al.] // *Mol Biol Rep.* – 2022. – № 49(9). – P. 8567-8574. – DOI 10.1007/s11033-022-07689-3.
96. Exploring the genetic diversity and population structure of upland cotton germplasm by iPBS-retrotransposons markers / N. Baran, F. Shimira, M. A. Nadeem [et al.] // *Mol Biol Rep.* – 2023. – № 50(6). – P. 4799-4811. – DOI 10.1007/s11033-023-08399-0.

97. Exploring the Genetic Diversity and Population Structure of Turkish Laurel Germplasm by the iPBS-Retrotransposon Marker System / Ü. Karık, M. A. Nadeem, E. Habyarimana [et al.] // *Agronomy*. – 2019. – № 9. – P. 647. – DOI 10.3390/agronomy9100647.

98. Evanno, G. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: A simulation study / G. Evanno, S. Regnaut, J. Goudet // *Mol. Ecol.* – 2005. – №14. – P. 2611–2620. DOI 10.1111/j.1365-294X.2005.02553.x.

99. Feschotte, C. DNA transposons and the evolution of eukaryotic genomes / C. Feschotte, E. J. Pritham // *Annu. Rev. Genet.* – 2007. – T. 41. – №. 1. – C. 331–368.

100. Fu, Y. B. Understanding Crop Genetic Diversity under // *Modern Plant Breeding. Theor. Appl. Genet.* – 2015. – № 128. – P. 2131–2142.

101. Fu, Y.-B. Impact of Plant Breeding on Genetic Diversity of Agricultural Crops: Searching for Molecular Evidence // *Plant Genet. Resour.* – 2006. – № 4. – P. 71–78.

102. Gutiérrez, L. Diversity and mega-targets of selection from the characterization of a barley collection / L. Gutiérrez, J. D. Nason, J. L. Jannink // *Crop Science* . – 2009. – T. 49. – № 2. – C. 483–497.

103. Recent advancements in molecular marker-assisted selection and applications in plant breeding programmes / N. Hasan, S. Choudhary, N. Naaz, [et al.] // *J Genet Eng Biotechnol.* – 2021. – №. 19. – P 128. –. DOI 10.1186/s43141-021-00231-1.

104. Genetic structure and diversity of Adonis L. (Ranunculaceae) populations collected from Turkey by inter-primer binding site (iPBS) retrotransposon markers / A. Hosseinpour, F. Karahan, E. İlhan [et al.] // *Turk.J. Bot.* – 2019. – № 43. – P. 585–596. – DOI 10.3906/bot-1810-1.

105. iPBS-Retrotransposon Markers in the Analysis of Genetic Diversity among Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Germplasm from Türkiye. /

K. Haliloğlu, A. Türkoğlu, H. I. Öztürk [et al.] // *Genes* (Basel). – 2022. – T 25. – № 13(7). – P. 1147. – DOI 10.3390/genes13071147.

106. Ibrahim, R. A. Modified CTAB protocol for DNA extraction from young flower petals of some medicinal plant species / R. A. Ibrahim // *Gene-conserve*. – 2011. – № 10(40). – P. 165–182.

107. IRAP and REMAP: two new retrotransposon-based DNA fingerprinting techniques / R. Kalendar, T. Grob, M. Regina [et al.] // *IRAP and REMAP: two new retrotransposon-based DNA fingerprinting techniques. Theoretical and Applied Genetics*. 1999. – T. 98. – C. 704-711.

108. Kalendar, R. The Use of Retrotransposon–Based molecular markers to analyze genetic diversity // *Field Veg. Crop Res.* – 2011. – Vol. 48. – P. 261–274.

109. Kalendar, R. Use of retrotransposon-derived genetic markers to analyse genomic variability in plants / R. Kalendar, A. Amenov, A. Daniyarov // *Functional Plant Biology*. – 2018. – T. 46. – №. 1. – C. 15-29.

110. Kalendar, R. iPBS: a universal method for DNA fingerprinting and retrotransposon isolation / R. Kalendar, K. Antonius, P. Smýkal // *Theor. Appl. Genet.* – 2010. – Vol. 121. – P. 1419–1430.

111. Kalendar, R. Analysis of plant diversity with retrotransposon–based molecular markers / R. Kalendar, A. Flavell // *Heredity*. – 2011. – Vol. 106. – P. 520–530.

112. Kalendar, R. IRAP and REMAP for retrotransposon–based genotyping and fingerprinting / R. Kalendar, A. Schulman // *Nature Protocols*. – 2006. – Vol. 11. – P. 2478–2484.

113. Karp, A. Molecular techniques for biodiversity evaluation: Opportunities and challenges / A. Karp, K. Edwards // *Nat. Biotech.* – 1997. – Vol. 15. – P. 625–628.

114. Karp, A. Molecular tools for screening biodiversity / A. Karp, D. S. Ingram, P. Isaac // *Chapman and Hall*. – 1998. – Vol. 114. – P. 195–201.

115. Khlystunov, V. F. Results of estimating promising winter barley varieties and lines / V.F. Khlystunov, A. A. Dontsova, D. P. Dontsov / (Published in July

2024 Grain Economy of Russia 16(3):60–67) // [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.researchgate.net/publication/382372237> Results of estimating promising winter barley varieties and lines.

116. Korzun, V. Use of molecular markers in cereal breeding / V. Korzun, L. P. GmbH // *Cell Mol. Biol. Lett.* – 2002. № 7. – P. 811–820.

117. Krizamn, M. CTAB-activated charcoal protocol for plant DNA extraction / M. Krizamn, J. Jakse, D. Baricevic [et al.] // *Agriculturae Slovenica*. – 2006. – Vol. 87. – P. 427–433.

118. Kumar, S. MEGA: molecular evolutionary genetics analysis software for microcomputers / S. Kumar, K. Tamura, M. Nei // *Bioinformatics*. – 1994. – Vol. 10, N 2. – P. 189–191.

119. Li, Y. L., Лю J-X. StructureSelector: веб-приложение для выбора и визуализации оптимального количества кластеров с использованием нескольких методов / Y. L. Li, J. X. Ly // *Mol Ecol Resour.* – 2018. – № 18. – P. 176–177. – DOI 10.1111/1755-0998.12719.

120. Madhumati, B. Potential and application of molecular markers techniques for plant genome analysis / B. Madhumati // *Int J Pure App Biosci.* – № 2(1). – P. 169–188.

121. QTLs Controlling Physiological and Morphological Traits of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Seedlings under Salinity, Drought, and Normal Conditions / S. Makhtoum, H. Sabouri, A. Gholizadeh [et al.] // *BioTech (Basel)*. – 2022. – T. 15. – № 11(3). – P. 26. – DOI 10.3390/biotech11030026.

122. Manninen, O. Application of BARE1 retrotransposon markers to the mapping of a major resistance gene for net blotch in barley / O. Manninen, R. Kalendar, J. Robinson // *Mol. Gen. Genet.* – 2000. – Vol. 264. – P. 325–334.

123. Mobile genetic elements: the agents of open source evolution / L. Frost, R. Leplae, A. Summers [et al.] // *Mobile genetic elements: The agents of open source evolution. Nature Reviews in Microbiology*. – 2005. – № 3. – P. 722–732.

124. Molecular characterization of Fagaceae species using inter-primer binding site (iPBS) markers / J.P. Coutinho, A. Carvalho, A. Martín [et al.] // *Mol Biol Rep.* – 2018. – № 45(2). – P. 133–142. – DOI 10.1007/s11033-018-4146-3.
125. Nadeem, M.A. Deciphering the genetic diversity and population structure of Turkish bread wheat germplasm using iPBS-retrotransposons markers // *Mol. Biol. Rep.* – 2021. – № 48. – P. 6739–6748. – DOI 10.1007/s11033-021-06670-w.
126. DNA molecular markers in plant breeding: current status and recent advancements in genomic selection and genome editing / M. A. Nadeem, M. A. Nawaz, M. Q. Shahid [et al.] // *Biotechnology & Biotechnological Equipment* – 2018. – № 32(2). – P. 261–285. – DOI 10.1080/13102818.2017.1400401.
127. National Center for Biotechnology Information [Электронный ресурс] / National Center for Biotechnology Information. – Электрон. дан. – Rockville Pick: U. S. National Library of Medicine, 2025. – Режим доступа: www.ncbi.nlm.nih.gov/.
128. Neele, A.E.F. Identification of Superior Parents in a Potato Breeding Programme / A. E. F. Neele, H. J. Nab, K. M. Louwes // *Theoret.* – 1991. – № 82. – P. 264–272.
129. Principle and Application of Plant Mutagenesis in Crop Improvement: A Review / Y. Oladosu, M. Y. Rafii, N. Abdullah [et al.] // *Biotechnol. Biotechnol. Equip.* – 2016. – № 30. – P. 1–16.
130. Orhan, E. Use of retrotransposon based iPBS markers for determination of genetic relationship among some Chestnut Cultivars (*Castanea sativa* Mill.) in Türkiye / E. Orhan, D. Kara. // *Mol Biol Rep.* – 2023. – № 50(10). – P. 8397-8405. – DOI 10.1007/s11033-023-08697-7.
131. Determining Genetic Diversity and Population Structure of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) / G. Özkan, K. Haliloğlu, A. Türkoğlu [et al.] // *Landraces from Türkiye Using SSR Markers. Genes (Basel).* – 2022. – T. 8. – № 13(8). – P. 1410. – DOI 10.3390/genes13081410.

132. Peakall, R. GENALEX 6: Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research / R. Peakall, P. E. Smouse // *Mol. Ecol. Notes*. – 2006. – № 6. – P. 288–295. – DOI 10.1111/j.1471-8286.2005.01155.x.
133. Molecular Characterization of Barberry Genotypes from Turkey and Kyrgyzstan / H. Pinar, H. N. Yahya, S. Erçişli [et al.] // *Erwerbs-Obstbau*. – 2021. – № 63. – P. 403–407. – DOI 10.1007/s10341-021-00599-x.
134. Advances in plant gene targeted and functional markers: a review / P. Poczai, I. Varga, M. Laos [et al.] // *Plant Methods*. – 2013. – № 9(1). – P. 6. – DOI 10.1186/1746-4811-9-6.
135. Population structure of rice varieties used in Turkish rice breeding programs determined using simple-sequence repeat and inter-primer binding site-retrotransposon data / G. Cömertpay, F. S. Baloch, M. Derya, [et al.] // *Mol Res*. – 2016. – № 15(1). – DOI 10.4238/gmr.15017158.
136. Primer Binding Site (PBS) Profiling of Genetic Diversity of Natural Populations of Endemic Species / O. Khapilina, A. Turzhanova, A. Danilova [et al.] // *Allium ledebourianum* Schult. *BioTech (Basel)*. – 2021. – T. 13. – № 10(4). P. 23. – DOI 10.3390/biotech10040023.
137. Retraction Note to: Elucidate genetic diversity and population structure of *Olea europaea* L. germplasm in Iran using AFLP and IRAP molecular markers / E. Khaleghi, K. Sorkheh, M. H. Chaleshtori [et al.] // *3 Biotech*. – 2022. – № 12(9). – P. 199. – DOI 10.1007/s13205-022-03266-4.
138. Evaluation of genetic diversity using iPBS-SCoT marker methods in native hawthorn genetic resources and species identification by using DNA barcoding method / H. I. Sagbas, S. Ercisli, M. Aydin [et al.] // *Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)*. – 2023. – T 31. – №. 69(10). – P. 43–55. – DOI 10.14715/cmb/2023.69.10.6.
139. Schnable, P.S. Progress toward Understanding Heterosis in Crop Plants / P.S. Schnable, N.M. Springer // *Annu. Rev. Plant Biol.* – 2013. – № 64. – P. 71–88.

140. Steven, E. Ullrich Barley in the production of food crops and the Ministry of Soil Science // University of Washington Pullman, WA 99164-6420, CIIA Published in № 12. 2010 г. [Electronic resource].
141. Sun L. et al. Modern plant breeding techniques in crop improvement and genetic diversity: from molecular markers and gene editing to artificial intelligence-A critical review // *Plants*. – 2024. – T. 13. – №. 19. – С. 2676.
142. Tagimanova D. S. et al. Use of retrotransposon markers for analysing the genetic diversity of wild emmer wheat (*Triticum dicoccoides*) // *Биотехнология. Теория и практика*. – 2015. – №. 4. – С. 28-37.
143. Tautz D., Trick M., Dover G. Cryptic simplicity in DNA is a major source of genetic variation // *Nature*. – 1986. – Vol. 322. – P. 652–653.
144. The comparison of polymorphism among *Avena* species revealed by retrotransposon-based DNA markers and soluble carbohydrates in seeds / P. Androsiuk, S. E. Milarska, J. Dulaska [et al.] // *J Appl Genet*. – 2023. – № 64(2). P. 247–264. – DOI 10.1007/s13353-023-00748-w.
145. The utility of iPBS retrotransposons markers to analyze genetic variation in yeast / F. Aydın, G. Özer, M. Alkan [et al.] // *Int J Food Microbiol*. – 2020. – DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108647.
146. Vanijajiva, O. Inter-primer binding site (iPBS) markers reveal the population genetic diversity and structure of tropical climbing cissampelopsis (asteraceae) in Thailand / O. Vanijajiva, P. Pornpongrungrueng // *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. – 2020. – T. 21. – № 9.
147. Methods for developing molecular markers / H. B. Yang, W. H. Kang, S. H. Nahm [et al.] // In: *Current technologies in plant molecular breeding*. – 2015. – № Springer. – Dordrecht. – P. 15–50.
148. Yıldız, M Genetic bottlenecks in Turkish okra germplasm and utility of iPBS retrotransposon markers for genetic diversity assessment / M. Yıldız, M. Koçak, F. S. Baloch // *Genet Mol Res*. – 2015. – № 14(3). – P. 10588-602. – DOI 10.4238/2015.September.8.20.

149. Genetic diversity analysis and DNA fingerprint construction of *Zanthoxylum* species based on SSR and iPBS markers / X. Zhang, W. Chen, Z. Yang [et al.] // BMC Plant Biol. – 2024. – T 7. – №. 24(1). – P. 843. – DOI 10.1186/s12870-024-05373-1.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1 –Метеорологические данные за 2021-2022 сельскохозяйственный год (по данным метеостанции «Круглик»)

Метеорологические элементы		Среднедекадная температура воздуха, °С		Максимальная температура воздуха, °С		Минимальная температура воздуха, °С		Относит. влаж. воздуха, средняя, %	Осадки, мм	
месяц, год	декада	годовые 2021 - 2022 г.	средневно го летняя	средняя	макс. абсолют	средняя	мин. абсолют		годовые 2021- 2022 г.	среднем ного лет няя
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2021 год Сентябрь,	I	18,5	19,7	24,8	28,5	12,7	9,2	56	12,2	17
	II	20,0	17,8	26,6	29,2	14,0	10,0	61	6,5	16
	III	14,0	16,0	18,2	20,9	10,2	7,6	72	48,7	15
	средняя	17,6	17,8	24,1	26,2	12,3	8,3	63	Σ 67,4	47
Октябрь	I	11,2	13,8	14,8	19,2	8,3	6,4	55	26,6	15
	II	12,6	12,2	19,5	23,9	7,0	1,1	62	0,6	17
	III	8,6	8,8	17,5	23,5	3,2	0,0	71	26,9	26
	средняя	10,8	11,5	17,3	22,2	6,2	2,5	63	Σ 54,1	58
Ноябрь	I	11,6	7,0	16,4	20,6	7,4	2,1	82	22,2	18
	II	4,4	5,5	9,6	14,5	-0,2	-4,6	73	5,3	27
	III	9,0	4,8	13,8	21,4	4,6	-2,8	72	37,7	23
	средняя	8,3	5,8	13,3	18,3	3,9	-1,8	76	Σ 65,2	68
Декабрь	I	9,6	2,4	14,1	19,1	6,0	1,4	65	8,1	28
	II	4,9	2,2	7,7	10,4	2,5	0,1	83	11,8	23
	III	2,5	1,3	5,7	11,3	-0,9	-10,3	80	12,2	25
	средняя	5,7	2,0	9,2	13,6	2,5	-8,8	76	Σ 32,1	75

2022 год Январь,	I	6,3	0,8	10,1	15,3	2,9	-1,9	80	17,0	23
	II	0,2	-1,1	3,4	15,6	-3,0	-8,8	87	65,9	20
	III	-1,1	-1,0	2,8	7,2	-3,4	-9,0	89	64,9	18
	средняя	1,8	-0,6	5,4	12,7	-1,2	-6,6	85	Σ 147,8	61
Февраль	I	3,9	-0,6	7,2	13,9	0,5	-2,6	83	30,7	16
	II	5,4	1,2	10,5	13,6	1,0	-2,3	68	4,7	15
	III	8,6	1,7	12,8	18,2	4,3	3,2	79	9,6	13
	средняя	6,0	0,5	10,2	15,2	1,9	-0,6	77	Σ 45,0	44
Март	I	3,0	2,6	5,8	9,9	0,7	-2,4	83	26,5	16
	II	-1,3	4,1	1,7	5,6	-4,2	-6,1	74	7,0	13
	III	6,8	7,8	11,9	22,2	2,0	-4,0	56	10,0	16
	средняя	2,8	5,0	6,5	12,6	-0,5	-4,2	71	Σ 43,5	45
Апрель	I	13,4	11,3	19,3	26,1	6,7	3,3	55	10,1	15
	II	12,0	12,2	18,6	29,6	6,5	1,7	67	12,9	21
	III	15,5	13,1	22,2	29,2	9,0	2,5	54	3,0	20
	средняя	13,6	12,2	20,0	28,3	7,4	2,5	59	Σ 26,0	55
Май	I	11,6	15,0	15,1	22,7	8,2	6,2	71	23,9	21
	II	15,4	17,1	22,3	26,8	9,2	4,8	53	8,8	21
	III	18,4	18,5	25,5	33,6	11,8	7,5	50	13,0	28
	средняя	15,1	17,0	21,0	27,7	9,7	6,2	58	Σ 45,7	69
Июнь	I	22,3	19,8	30,6	34,6	17,3	15,6	51	0,6	24
	II	23,7	21,0	30,5	33,6	16,1	13,5	42	0,8	19
	III	21,6	21,6	26,9	33,2	16,7	14,8	60	62,6	40
	средняя	22,5	21,0	29,3	33,8	16,7	14,6	51	Σ 64,0	82

Таблица 2 – Метеорологические данные за 2022-2023 сельскохозяйственный год (по данным метеостанции «Круглик»)

Метеорологические элементы		Среднедекадная температура воздуха, °С		Максимальная температура воздуха, °С		Минимальная температура воздуха, °С		Относит. влажность воздуха, средняя, %	Осадки, мм	
месяц, год	декада	годовые 2022 - 2023 г.	среднемноголетняя	средняя	макс. абсолют	средняя	мин. абсолют		годовые 2022-2023 г.	среднемноголетняя
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сентябрь, 2022 год	I	20,3	19,7	27,6	37,1	13,1	7,2	42	1,2	17
	II	21,1	17,8	28,1	37,4	15,7	13,2	53	7,2	16
	III	16,3	16,0	23,4	28,8	11,3	8,1	60	13,1	15
	средняя	19,2	17,8	26,4	34,4	13,4	9,5	52	Σ 21,5	47
Октябрь	I	16,5	13,8	22,7	31,2	11,1	7,3	62	14,2	15
	II	12,3	12,2	18,4	21,8	6,8	2,2	65	1,3	17
	III	11,7	8,8	16,7	19,9	7,8	4,7	70	14,5	26
	средняя	13,5	11,5	19,3	24,3	8,6	4,7	66	Σ 30,0	58
Ноябрь	I	6,6	7,0	11,8	16,6	2,8	-1,3	77	2,7	18
	II	9,1	5,5	13,2	19,6	4,7	-1,3	79	3,7	27
	III	9,5	4,8	12,7	22,8	6,3	0,8	76	11,8	23
	средняя	8,4	5,8	12,6	19,7	4,6	-0,6	77	Σ 18,2	68
Декабрь	I	3,5	2,4	7,5	17,7	0,5	-3,9	71	1,0	28
	II	6,5	2,2	10,7	18,1	3,1	-4,3	76	22,6	23
	III	4,7	1,3	10,3	14,7	0,1	-5,8	76	14,6	25
	средняя	4,9	2,0	9,5	16,8	1,2	-4,7	74	Σ 38,2	75

Январь, 2023 год	I	1,6	0,8	7,0	16,7	-3,1	-12,6	76	22,8	23
	II	2,0	-1,1	8,5	17,4	-3,2	-7,8	64	0,9	20
	III	1,9	-1,0	7,7	12,7	-2,2	-7,0	79	1,7	18
	средняя	1,8	-0,6	7,7	15,6	-2,8	-9,1	73	Σ 25,4	61
Февраль	I	-1,7	-0,6	1,3	7,4	-4,2	-13,4	87	26,3	16
	II	1,3	1,2	4,7	9,9	-2,1	-8,1	84	37,4	15
	III	6,5	1,7	12,0	23,0	0,8	-6,8	61	5,8	13
	средняя	2,0	0,5	6,0	13,4	-5,5	-9,4	77	69,5	44
Март	I	7,1	2,6	12,4	21,1	2,8	-5,0	67	19,3	16
	II	9,8	4,1	13,9	19,5	2,6	-5,0	73	11,5	13
	III	9,6	7,8	15,2	21,2	6,5	1,5	72	24,6	16
	средняя	8,8	5,0	13,8	20,6	4,0	2,8	71	Σ 55,4	45
Апрель	I	11,9	11,3	16,8	20,9	7,1	2,4	68	29,4	15
	II	13,0	12,2	17,9	24,1	8,9	6,1	69	22,8	21
	III	13,6	13,1	19,0	24,0	9,7	5,3	70	29,3	20
	средняя	12,8	12,2	17,9	23,0	8,6	4,6	69	Σ 81,5	55
Май	I	12,1	15,0	18,5	26,8	8,5	5,4	70	47,5	21
	II	16,6	17,1	23,3	26,4	10,6	3,9	48	6,8	21
	III	20,0	18,5	24,9	27,8	15,9	14,2	78	39,3	28
	средняя	16,2	17,0	22,2	27,0	11,7	7,8	65	Σ 93,6	69
Июнь	I	20,8	19,8	26,0	29,9	15,8	12,4	63	53,5	24
	II	21,4	21,0	26,9	29,2	17,1	16,1	74	39,6	19
	III	23,3	21,6	30,4	34,8	15,6	12,9	51	11,9	40
	средняя	21,8	21,0	27,8	31,3	16,2	13,8	63	Σ 104,9	82

Таблица 3 – Метеорологические данные за 2023-2024 сельскохозяйственный год (по данным метеостанции «Круглик»)

Метеорологические элементы		Среднедекадная температура воздуха, °С		Максимальная температура воздуха, °С		Минимальная температура воздуха, °С		Относит. влажность воздуха, средняя, %	Осадки, мм	
месяц, год	декада	годовые 2023 - 2024 г.	среднемесячно	средняя	макс. абсолют	средняя	мин. абсолют		годовые 2023-2024 г.	среднемесячно
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сентябрь, 2023	I	22,4	19,7	29,3	37,4	15,6	5,7	46	8,7	17
	II	19,1	17,8	26,9	29,3	11,9	9,0	43	2,6	16
	III	22,5	16,0	28,8	30,1	16,1	12,0	44	0,0	15
	средняя	21,3	17,8	28,3	32,3	14,5	8,9	44	Σ 11,3	47
Октябрь	I	16,0	13,8	23,2	28,3	9,7	6,7	52	10,0	15
	II	10,6	12,2	19,3	25,0	4,0	0,5	54	8,5	17
	III	18,6	8,8	23,9	28,8	10,9	5,5	57	8,8	26
	средняя	15,1	11,5	22,1	27,4	8,2	4,2	54	Σ 27,3	58
Ноябрь	I	15,2	7,0	21,8	29,3	10,3	4,6	68	26,8	18
	II	9,9	5,5	13,5	20,5	7,3	3,3	80	59,8	27
	III	7,7	4,8	11,2	22,2	3,9	-1,6	84	62,1	23
	средняя	10,9	5,8	15,5	24,0	7,1	2,1	77	Σ 148,7	68
Декабрь	I	7,1	2,4	10,6	19,3	4,6	-0,4	79	30,1	28
	II	4,5	2,2	9,0	16,0	1,7	-7,6	87	46,8	23
	III	7,5	1,3	12,0	15,4	3,1	-2,5	74	31,9	25
	средняя	6,4	2,0	10,5	16,9	3,1	-3,5	80	Σ 108,8	75
Январь, 2024	I	5,4	0,8	10,3	16,3	1,8	-9,8	83	76,3	23
	II	2,5	-1,1	7,5	15,3	-1,9	-13,7	76	23,5	20
	III	-1,3	-1,0	2,1	5,7	-4,2	-11,4	85	41,3	18
	средняя	2,2	-0,6	6,6	12,4	-1,4	-11,6	81	Σ 141,1	61
Февраль	I	6,9	-0,6	10,4	16,7	4,0	-1,6	77	40,8	16
	II	7,4	1,2	11,0	21,4	4,6	-0,2	65	0,3	15
	III	4,5	1,7	11,2	14,7	-1,0	-4,4	59	0,0	13
	средняя	6,3	0,5	10,9	17,6	2,5	-2,1	67	Σ 41,1	44

Март	I	5,6	2,6	10,4	15,3	1,3	-3,7	66	8,5	16
	II	8,2	4,1	12,7	18,6	3,9	-0,7	66	0,3	13
	III	9,8	7,8	15,7	23,4	1,1	1,1	65	13,1	16
	средняя	7,9	5,0	12,9	19,4	2,1	-1,1	66	Σ 21,9	45
Апрель	I	15,0	11,3	23,5	28,1	7,5	3,3	54	6,4	15
	II	17,4	12,2	25,0	31,1	11,2	7,2	61	0,6	21
	III	19,0	13,1	26,2	29,9	12,6	5,0	66	0,0	20
	средняя	17,1	12,2	24,9	29,7	10,4	5,2	60	Σ 7,0	55
Май	I	15,3	15,0	21,9	26,1	8,7	2,8	50	8,1	21
	II	14,1	17,1	20,0	23,9	8,6	5,6	65	52,3	21
	III	18,2	18,5	25,5	27,9	14,0	10,7	55	5,5	28
	средняя	15,9	17,0	22,5	26,0	10,4	6,4	57	Σ 65,9	69
Июнь	I	24,0	19,8	32,3	35,8	16,0	13,3	50	17,3	24
	II	25,2	21,0	32,5	36,5	18,6	16,7	50	0,0	19
	III	24,0	21,6	31,1	36,2	16,8	15,1	43	0,0	40

Визуализации продуктов ПЦР - реакции использованных маркеров

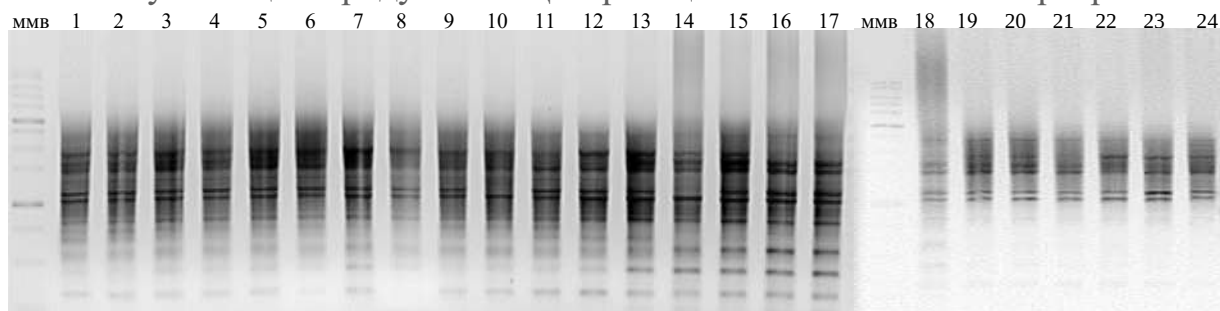


Рисунок Б1 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2074

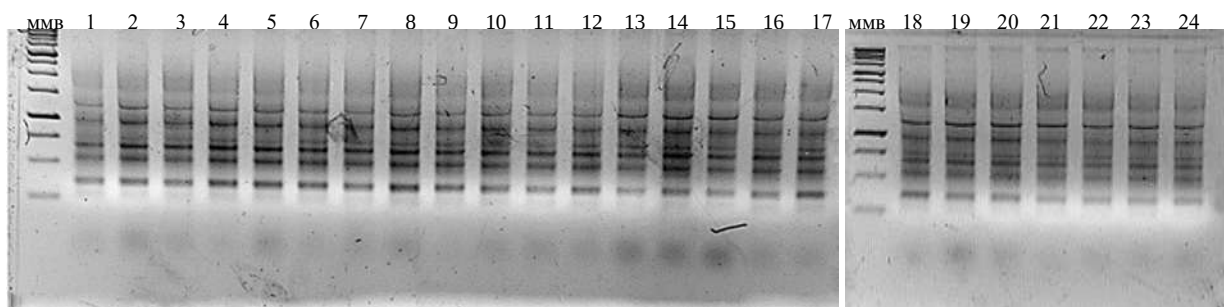


Рисунок Б2 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2075

Примечание. 1, 2 и т. д. – номера образцов, ммв – маркер молекулярного веса 1Кб - здесь и далее.

Условные обозначения:

1-Бронскайли НММ 1:3000-6 ч.; 2-Бронскайли НММ 1:2000-12 ч.; 3-Бронскайли НММ 1:2000-6 ч.; 4-Бронскайли НММ 1:2500-18 ч.; 5-Шампи НЭМ 1:3000-12 ч.; 6-Фараон НЭМ 1:3000-12 ч.; 7-Иосиф НММ 1:2000-6 ч.; 8-Иосиф НММ 1:2000-18 ч.; 9-Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.; 10-Стратег НММ 1:3000-6 ч.; 11-Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; 12-Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; 13-Иосиф НММ 1:2500-6 ч.; 14-Стратег НММ 1:2500-6 ч.; 15-Стратег НММ 1:2500-18 ч.; 16-Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.; 17-Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.; 18-Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.; 19-Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.; 20-Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.; 21-Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.; 22-Иосиф НММ 1:3000-6 ч.; 23-Бронскайли НММ 1:3000-12 ч.; 24-Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

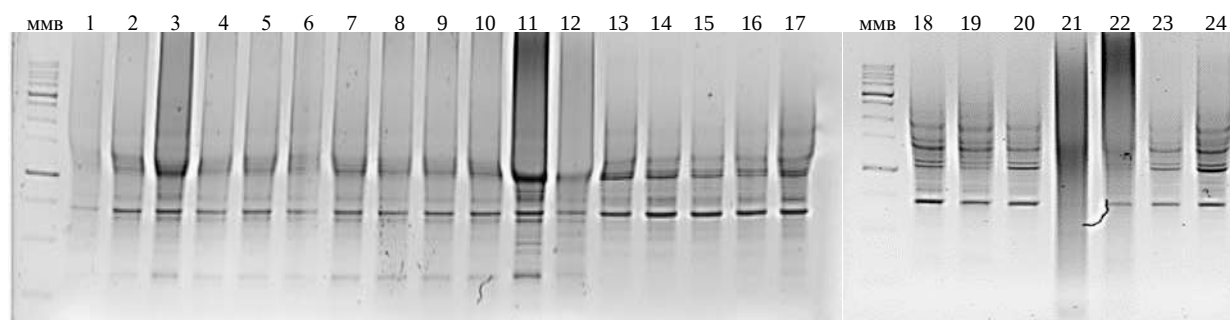


Рисунок Б3 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2078

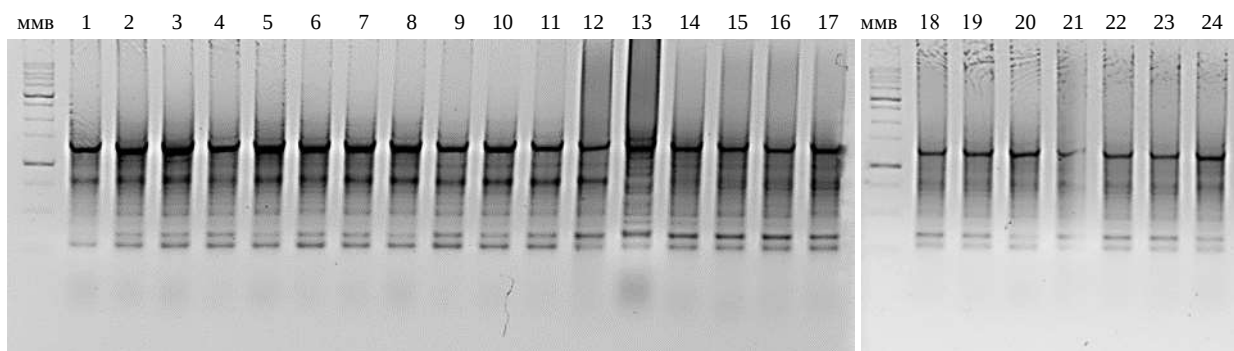


Рисунок Б4 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2095

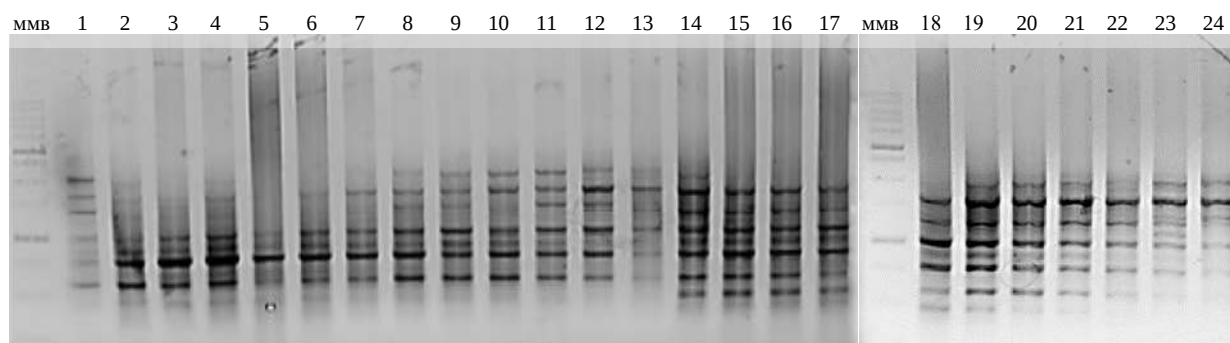


Рисунок Б5 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2228

Условные обозначения:

1-Бронскайли НММ 1:3000-6 ч.; 2-Бронскайли НММ 1:2000-12 ч.; 3-Бронскайли НММ 1:2000-6 ч.; 4-Бронскайли НММ 1:2500-18 ч.; 5-Шампи НЭМ 1:3000-12 ч.; 6-Фараон НЭМ 1:3000-12 ч.; 7-Иосиф НММ 1:2000-6 ч.; 8-Иосиф НММ 1:2000-18 ч.; 9-Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.; 10-Стратег НММ 1:3000-6 ч.; 11-Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; 12-Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; 13-Иосиф НММ 1:2500-6 ч.; 14-Стратег НММ 1:2500-6 ч.; 15-Стратег НММ 1:2500-18 ч.; 16-Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.; 17-Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.; 18-Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.; 19-Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.; 20-Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.; 21-Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.; 22-Иосиф НММ 1:3000-6 ч.; 23-Бронскайли НММ 1:3000-12 ч.; 24-Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

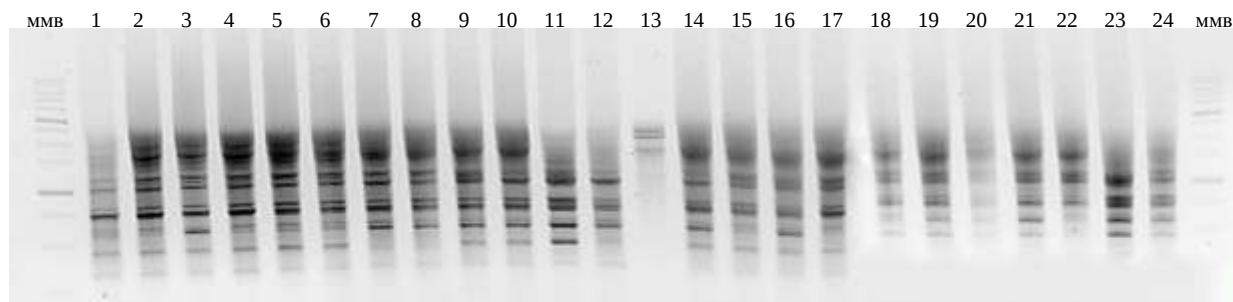


Рисунок Б6 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2230

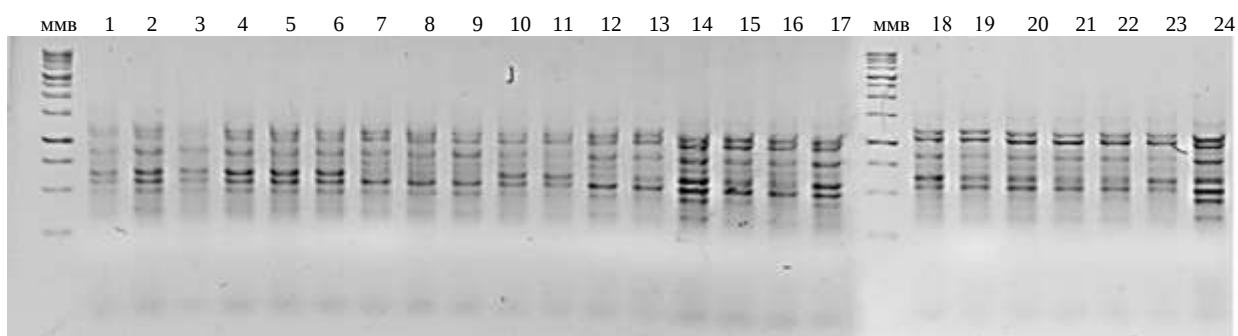


Рисунок Б7 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2237

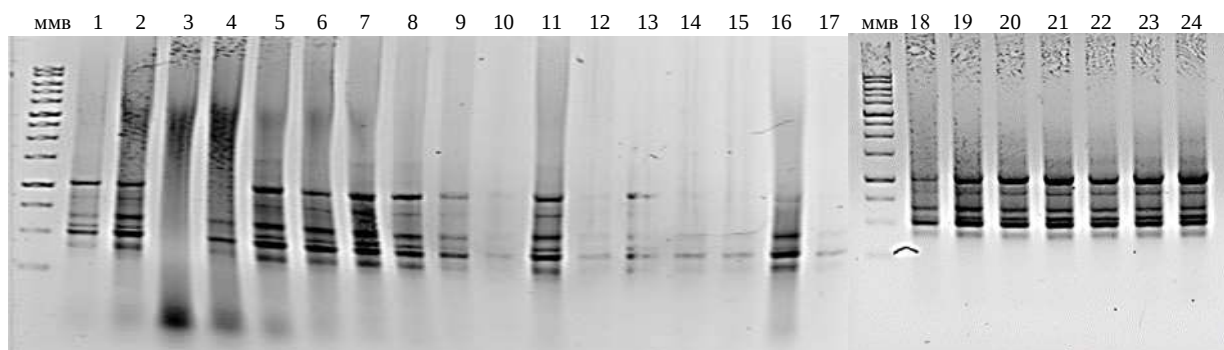


Рисунок Б8 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2303

Условные обозначения:

1-Бронскайли НММ 1:3000-6 ч.; 2-Бронскайли НММ 1:2000-12 ч.; 3-Бронскайли НММ 1:2000-6 ч.; 4-Бронскайли НММ 1:2500-18 ч.; 5-Шампи НЭМ 1:3000-12 ч.; 6-Фараон НЭМ 1:3000-12 ч.; 7-Иосиф НММ 1:2000-6 ч.; 8-Иосиф НММ 1:2000-18 ч.; 9-Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.; 10-Стратег НММ 1:3000-6 ч.; 11-Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; 12-Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; 13-Иосиф НММ 1:2500-6 ч.; 14-Стратег НММ 1:2500-6 ч.; 15-Стратег НММ 1:2500-18 ч.; 16-Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.; 17-Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.; 18-Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.; 19-Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.; 20-Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.; 21-Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.; 22-Иосиф НММ 1:3000-6 ч.; 23-Бронскайли НММ 1:3000-12 ч.; 24-Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

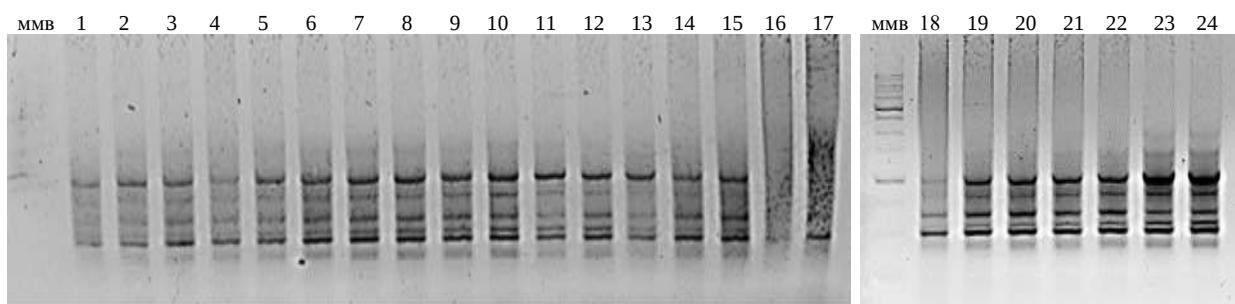


Рисунок Б9 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2306

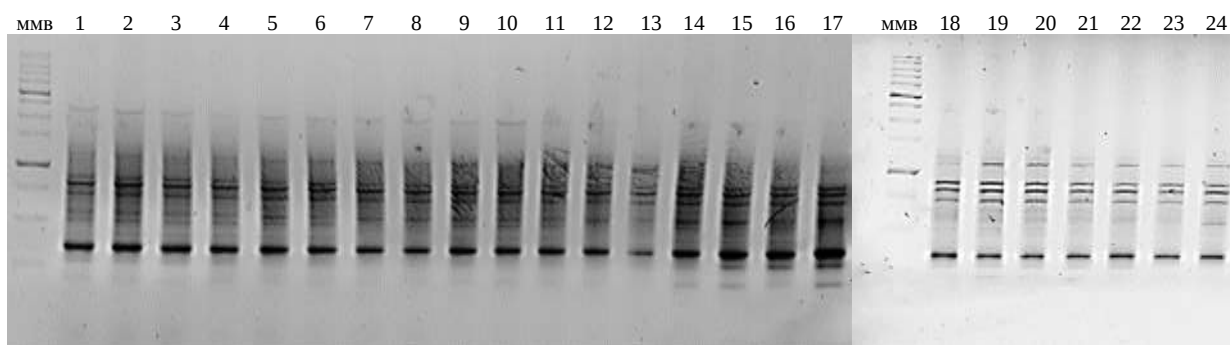


Рисунок Б10 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2309

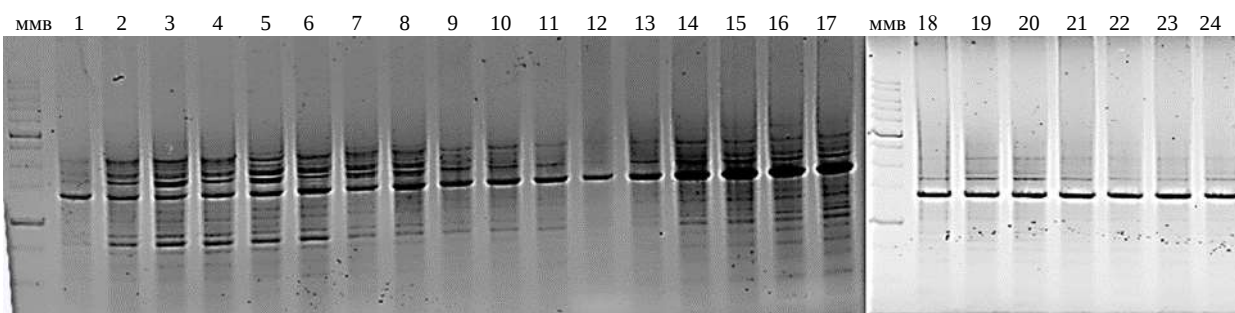


Рисунок Б11 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2311

Условные обозначения:

1-Бронскайли НММ 1:3000-6 ч.; 2-Бронскайли НММ 1:2000-12 ч.; 3-Бронскайли НММ 1:2000-6 ч.; 4-Бронскайли НММ 1:2500-18 ч.; 5-Шампи НЭМ 1:3000-12 ч.; 6-Фараон НЭМ 1:3000-12 ч.; 7-Иосиф НММ 1:2000-6 ч.; 8-Иосиф НММ 1:2000-18 ч.; 9-Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.; 10-Стратег НММ 1:3000-6 ч.; 11-Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; 12-Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; 13-Иосиф НММ 1:2500-6 ч.; 14-Стратег НММ 1:2500-6 ч.; 15-Стратег НММ 1:2500-18 ч.; 16-Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.; 17-Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.; 18-Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.; 19-Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.; 20-Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.; 21-Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.; 22-Иосиф НММ 1:3000-6 ч.; 23-Бронскайли НММ 1:3000-12 ч.; 24-Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

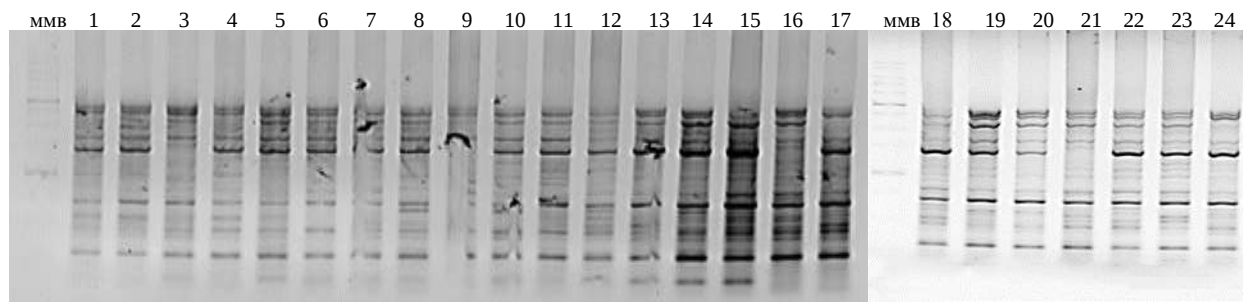


Рисунок Б12 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2312

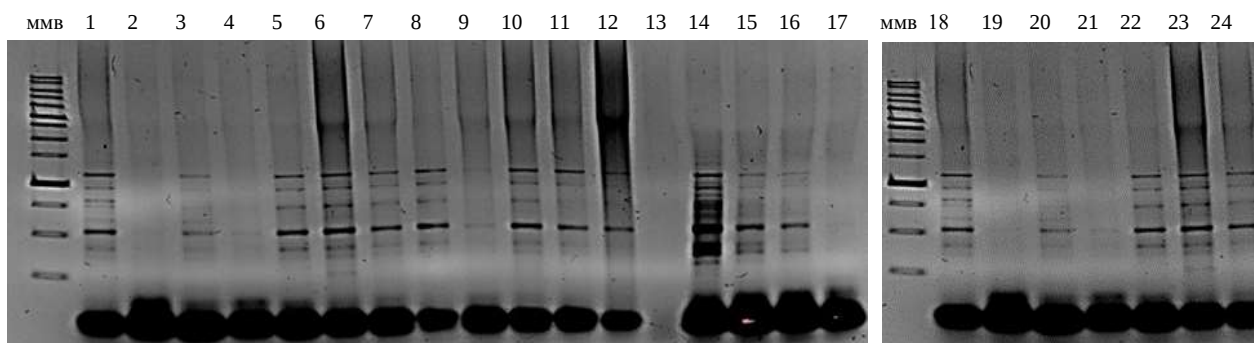


Рисунок Б13 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2321

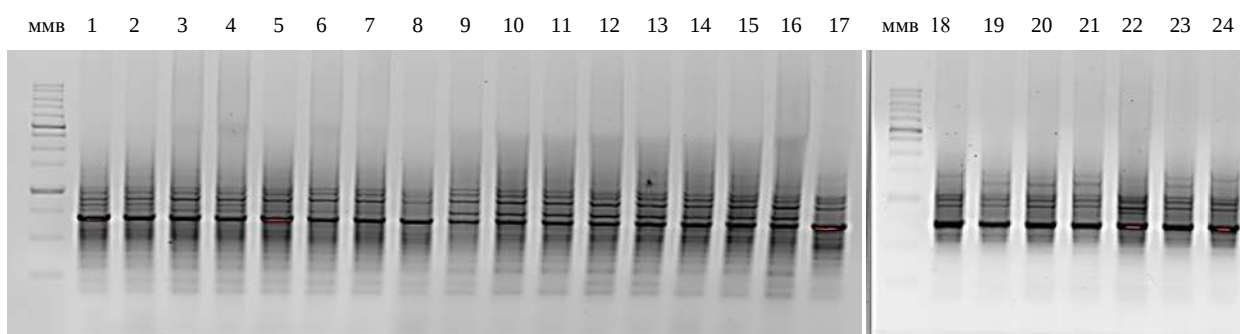


Рисунок Б14 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2328

Условные обозначения:

1-Бронскайли НММ 1:3000-6 ч.; 2-Бронскайли НММ 1:2000-12 ч.; 3-Бронскайли НММ 1:2000-6 ч.; 4-Бронскайли НММ 1:2500-18 ч.; 5-Шампи НЭМ1:3000-12ч.; 6-Фараон НЭМ 1:3000-12 ч.; 7-Иосиф НММ 1:2000-6 ч.; 8-Иосиф НММ 1:2000-18 ч.; 9-Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.; 10-Стратег НММ 1:3000-6 ч.; 11-Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; 12-Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; 13-Иосиф НММ 1:2500-6 ч.; 14-Стратег НММ 1:2500-6 ч.; 15-Стратег НММ 1:2500-18 ч.; 16-Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.; 17-Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.; 18-Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.; 19-Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.; 20-Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.; 21-Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.; 22-Иосиф НММ 1:3000-6 ч.; 23-Бронскайли НММ 1:3000-12 ч.; 24-Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

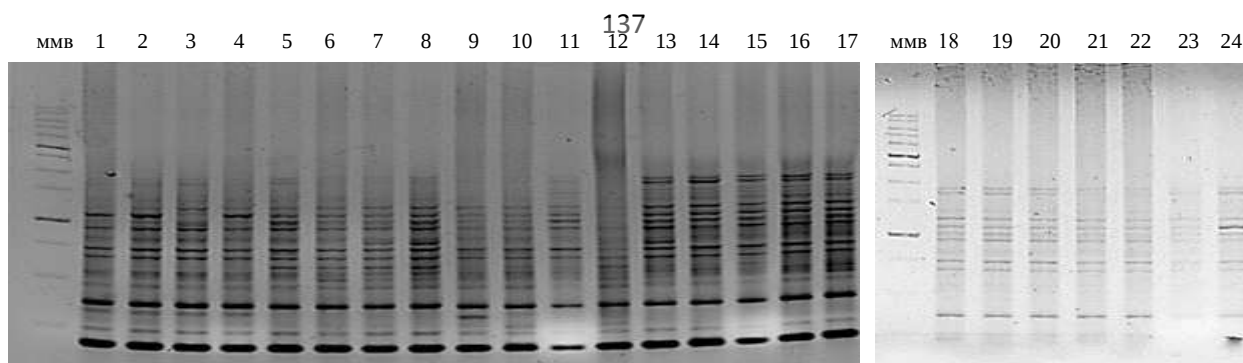


Рисунок Б15 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2330

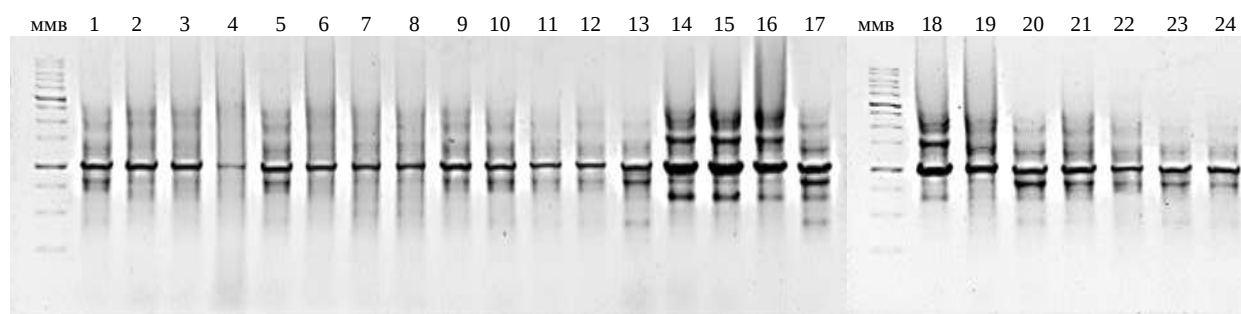


Рисунок Б16 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2334

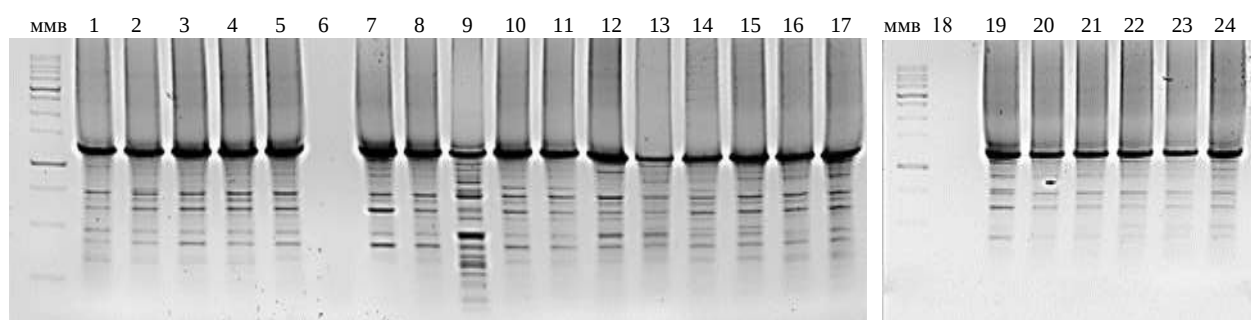


Рисунок Б17 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2339

Условные обозначения:

1-Бронскайли НММ 1:3000-6 ч.; 2-Бронскайли НММ 1:2000-12 ч.; 3-Бронскайли НММ 1:2000-6 ч.; 4-Бронскайли НММ 1:2500-18 ч.; 5-Шампи НЭМ 1:3000-12 ч.; 6-Фараон НЭМ 1:3000-12 ч.; 7-Иосиф НММ 1:2000-6 ч.; 8-Иосиф НММ 1:2000-18 ч.; 9-Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.; 10-Стратег НММ 1:3000-6 ч.; 11-Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; 12-Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; 13-Иосиф НММ 1:2500-6 ч.; 14-Стратег НММ 1:2500-6 ч.; 15-Стратег НММ 1:2500-18 ч.; 16-Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.; 17-Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.; 18-Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.; 19-Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.; 20-Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.; 21-Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.; 22-Иосиф НММ 1:3000-6 ч.; 23-Бронскайли НММ 1:3000-12 ч.; 24-Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

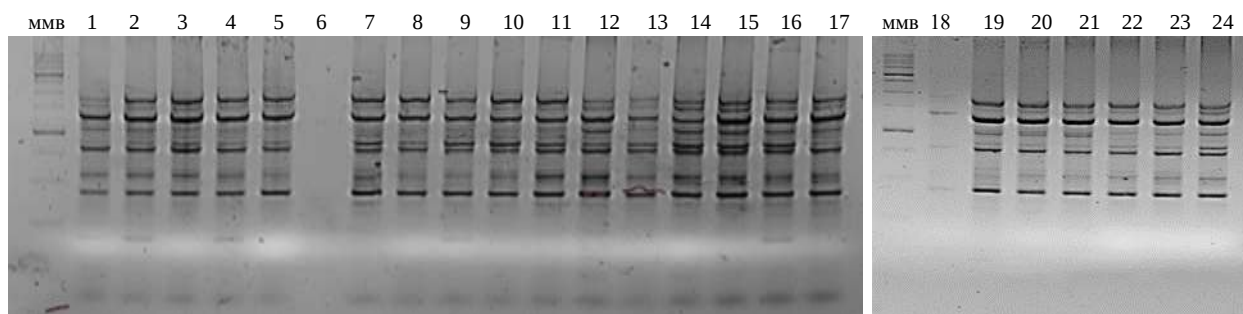


Рисунок Б18 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2341

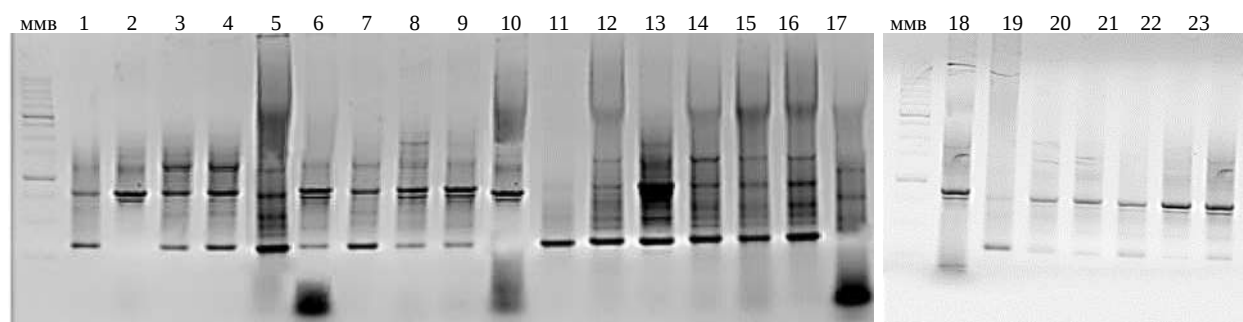


Рисунок Б19 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2346

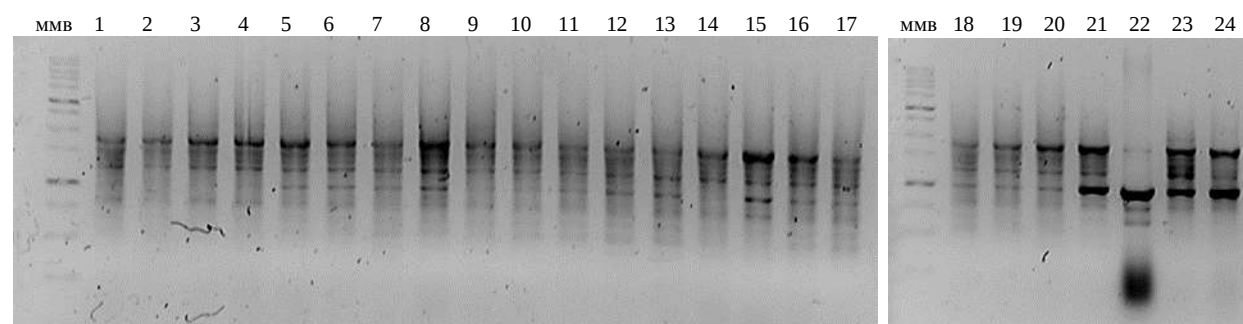


Рисунок Б20 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2373

Условные обозначения:

1-Бронскайли НММ 1:3000-6 ч.; 2-Бронскайли НММ 1:2000-12 ч.; 3-Бронскайли НММ 1:2000-6 ч.; 4-Бронскайли НММ 1:2500-18 ч.; 5-Шампи НЭМ 1:3000-12 ч.; 6-Фараон НЭМ 1:3000-12 ч.; 7-Иосиф НММ 1:2000-6 ч.; 8-Иосиф НММ 1:2000-18 ч.; 9-Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.; 10-Стратег НММ 1:3000-6 ч.; 11-Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; 12-Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; 13-Иосиф НММ 1:2500-6 ч.; 14-Стратег НММ 1:2500-6 ч.; 15-Стратег НММ 1:2500-18 ч.; 16-Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.; 17-Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.; 18-Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.; 19-Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.; 20-Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.; 21-Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.; 22-Иосиф НММ 1:3000-6 ч.; 23-Бронскайли НММ 1:3000-12 ч.; 24-Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

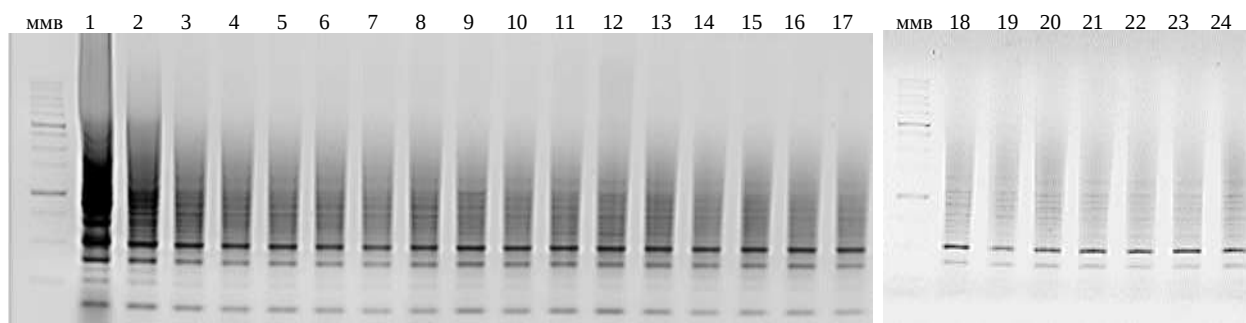


Рисунок Б21 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2374

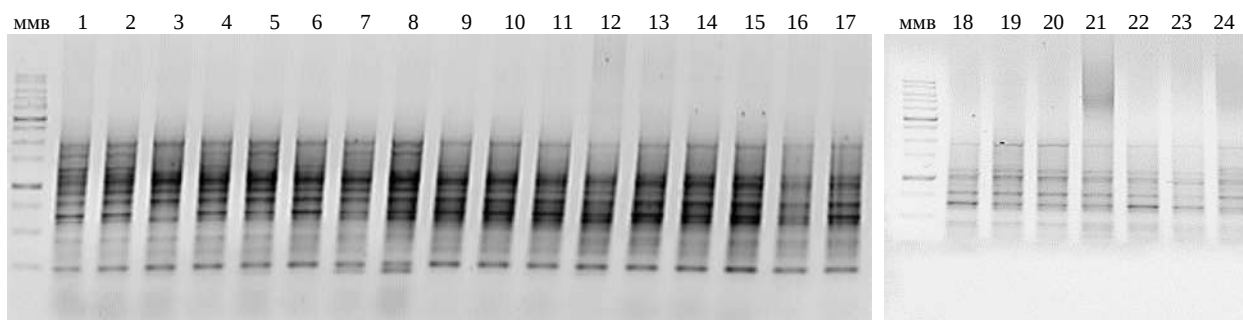


Рисунок Б22 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2375

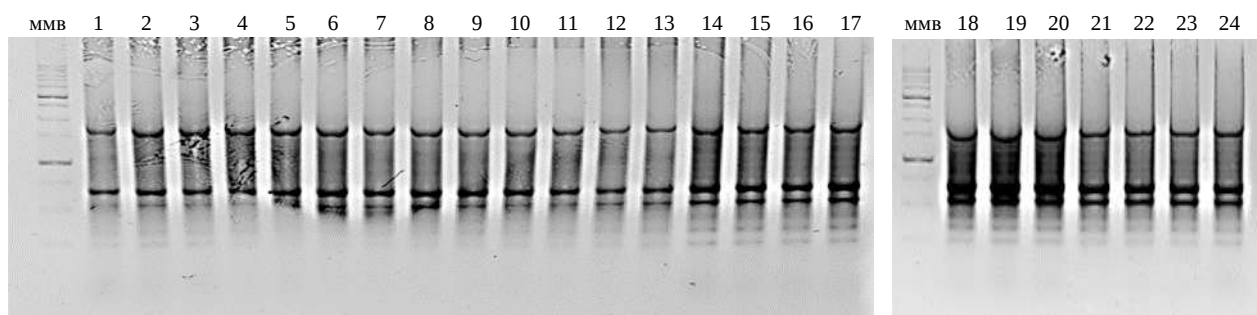


Рисунок Б23 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2376

Условные обозначения:

1-Бронскайли НММ 1:3000-6 ч.; 2-Бронскайли НММ 1:2000-12 ч.; 3-Бронскайли НММ 1:2000-6 ч.; 4-Бронскайли НММ 1:2500-18 ч.; 5-Шампи НЭМ 1:3000-12 ч.; 6-Фараон НЭМ 1:3000-12 ч.; 7-Иосиф НММ 1:2000-6 ч.; 8-Иосиф НММ 1:2000-18 ч.; 9-Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.; 10-Стратег НММ 1:3000-6 ч.; 11-Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; 12-Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; 13-Иосиф НММ 1:2500-6 ч.; 14-Стратег НММ 1:2500-6 ч.; 15-Стратег НММ 1:2500-18 ч.; 16-Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.; 17-Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.; 18-Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.; 19-Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.; 20-Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.; 21-Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.; 22-Иосиф НММ 1:3000-6 ч.; 23-Бронскайли НММ 1:3000-12 ч.; 24-Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

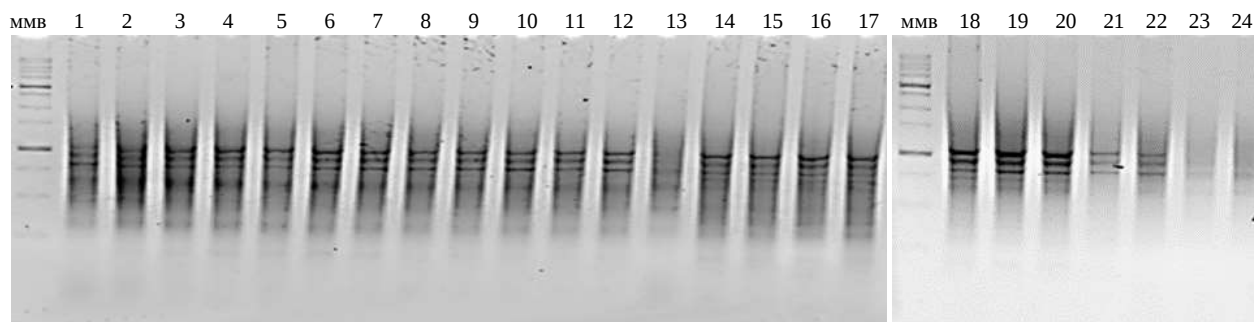


Рисунок Б24 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2415

Условные обозначения:

1-Бронскайли НММ 1:3000-6 ч.; 2-Бронскайли НММ 1:2000-12 ч.; 3-Бронскайли НММ 1:2000-6 ч.; 4-Бронскайли НММ 1:2500-18 ч.; 5-Шампи НЭМ 1:3000-12 ч.; 6-Фараон НЭМ 1:3000-12 ч.; 7-Иосиф НММ 1:2000-6 ч.; 8-Иосиф НММ 1:2000-18 ч.; 9-Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.; 10-Стратег НММ 1:3000-6 ч.; 11-Спринтер НЭМ 1:2000-6 ч./Гордей НЭМ 1:3000-12 ч.; 12-Иосиф НММ 1:2500-18 ч.; 13-Иосиф НММ 1:2500-6 ч.; 14-Стратег НММ 1:2500-6 ч.; 15-Стратег НММ 1:2500-18 ч.; 16-Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.; 17-Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.; 18-Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.; 19-Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.; 20-Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.; 21-Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.; 22-Иосиф НММ 1:3000-6 ч.; 23-Бронскайли НММ 1:3000-12 ч.; 24-Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

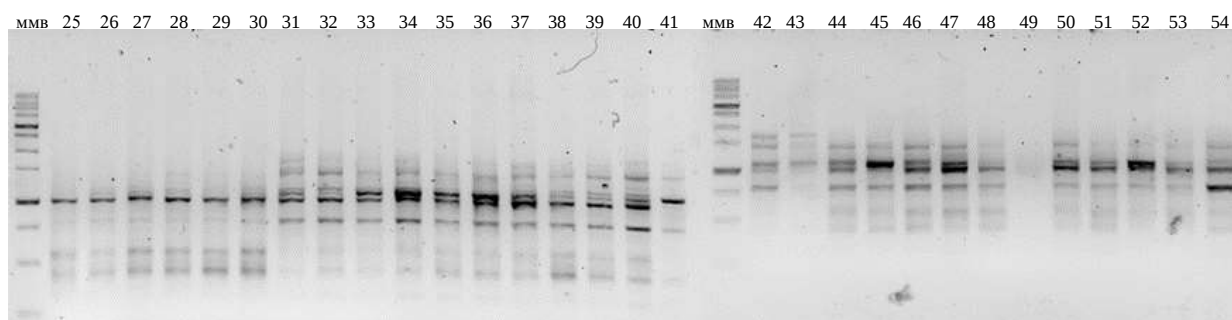


Рисунок Б25 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2074

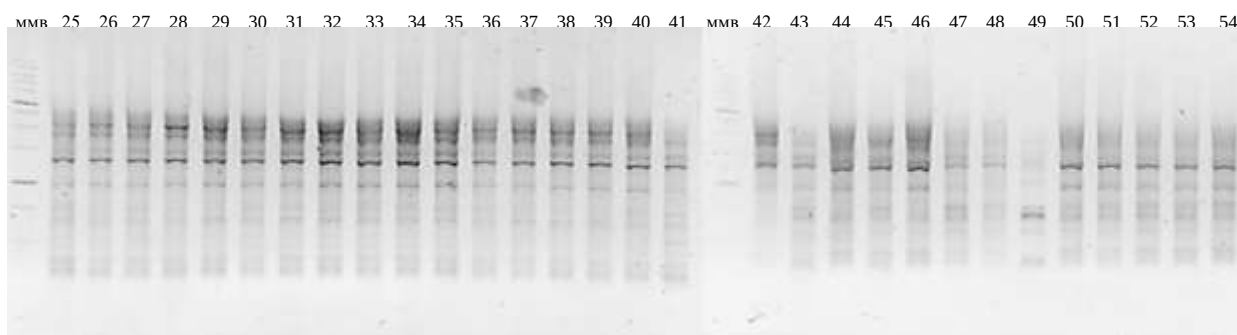


Рисунок Б26 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2075

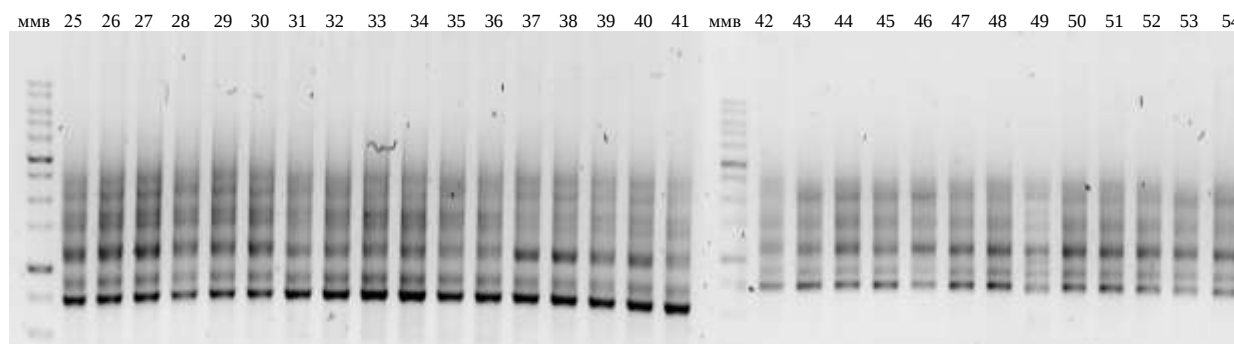


Рисунок Б27 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2078

Условные обозначения:

25-Стратег; 26-Спринтер; 27-Рубеж; 28-Молот; 29-Ларец; 30-Вася; 31-Иосиф; 32-Каррера; 33-Лайс; 34-Шелк; 35-Сельхоз; 36-Серп; 37-Сармат; 38-Агродеум 21; 39-Агродеум 11; 40-Гордей; 41-Самсон; 42-Тимофей; 3-Ерема; 44-Юрий; 45-Версаль; 46-Мир; 47-Хорс; 48-Жигули; 49-Павел; 50-Федор; 51-Романс; 52-Сатурн; 53-Преемник; 54-Платон.

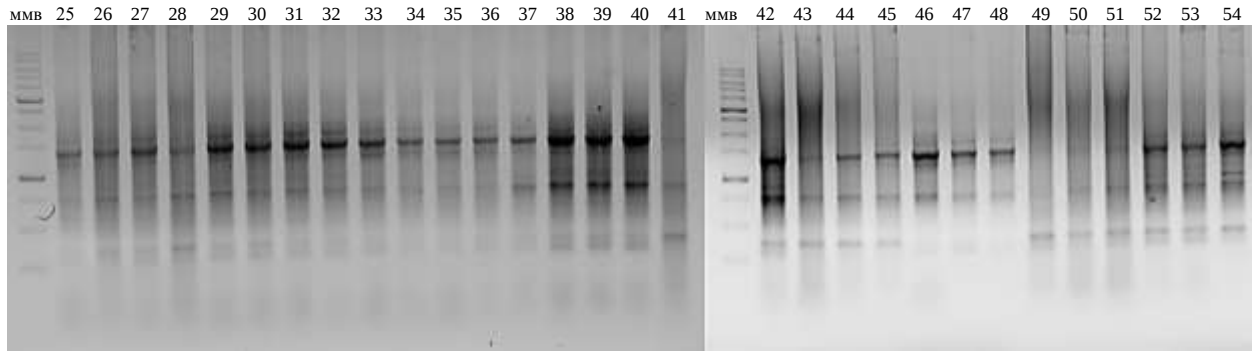


Рисунок Б28 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2095

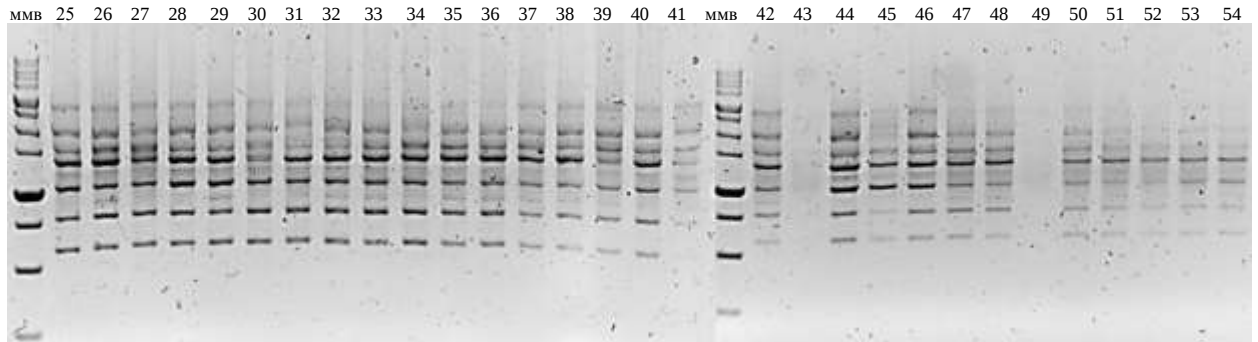


Рисунок Б29 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2228

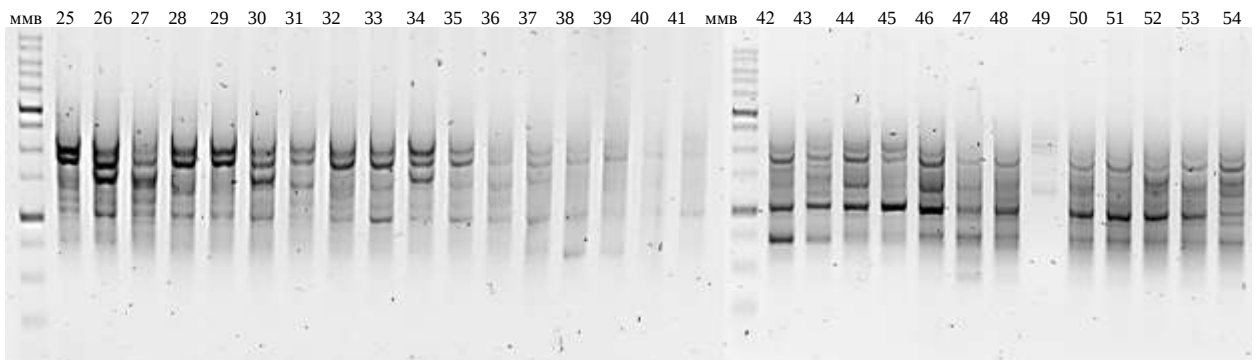


Рисунок Б30 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2230

Условные обозначения:

25-Стратег; 26-Спринтер; 27-Рубеж; 28-Молот; 29-Ларец; 30-Вася; 31-Иосиф; 32-Каррера; 33-Лайс; 34-Шелк; 35-Сельхоз; 36-Серп; 37-Сармат; 38-Агродеум 21; 39-Агродеум 11; 40-Гордей; 41-Самсон; 42-Тимофей; 3-Ерема; 44-Юрий; 45-Версаль; 46-Мир; 47-Хорс; 48-Жигули; 49-Павел; 50-Федор; 51-Романс; 52-Сатурн; 53-Преемник; 54-Платон.

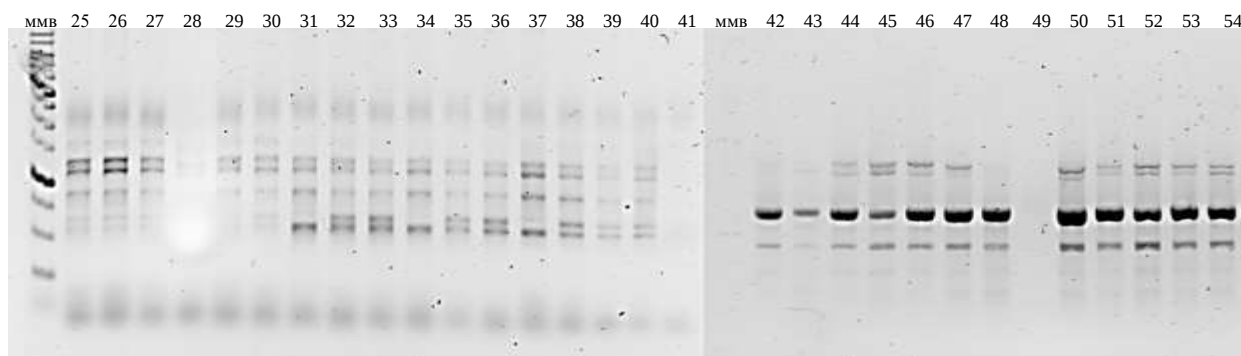


Рисунок Б31 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2237

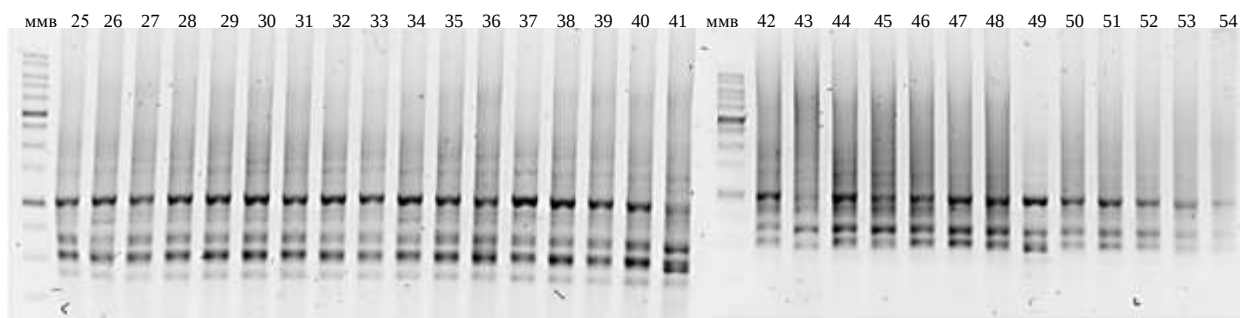


Рисунок Б32 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2303

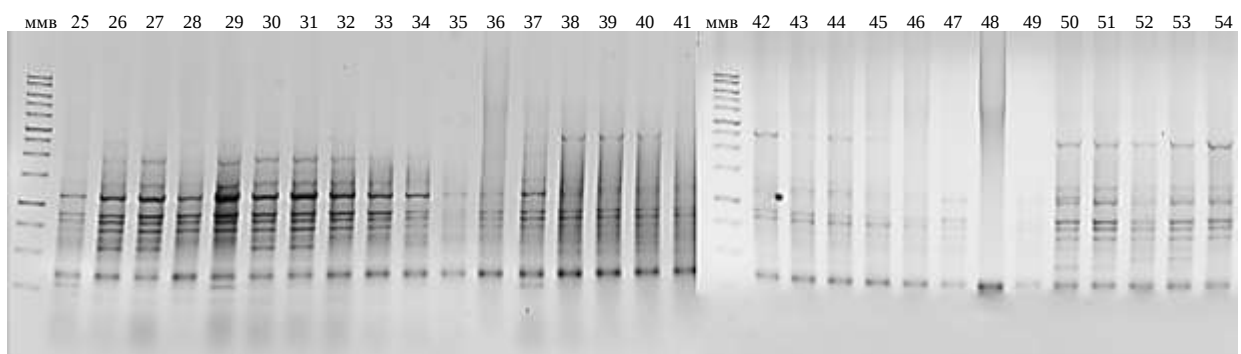


Рисунок Б33 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2309

Условные обозначения:

25-Стратег; 26-Спринтер; 27-Рубеж; 28-Молот; 29-Ларец; 30-Вася; 31-Иосиф; 32-Каррера; 33-Лайс; 34-Шелк; 35-Сельхоз; 36-Серп; 37-Сармат; 38-Агродеум 21; 39-Агродеум 11; 40-Гордей; 41-Самсон; 42-Тимофей; 3-Ерема; 44-Юрий; 45-Версаль; 46-Мир; 47-Хорс; 48-Жигули; 49-Павел; 50-Федор; 51-Романс; 52-Сатурн; 53-Преемник; 54-Платон.

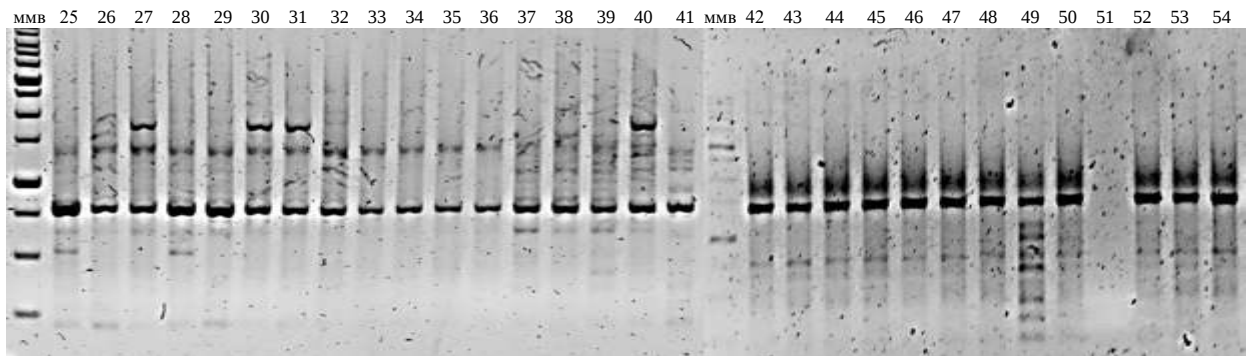


Рисунок Б34 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2311

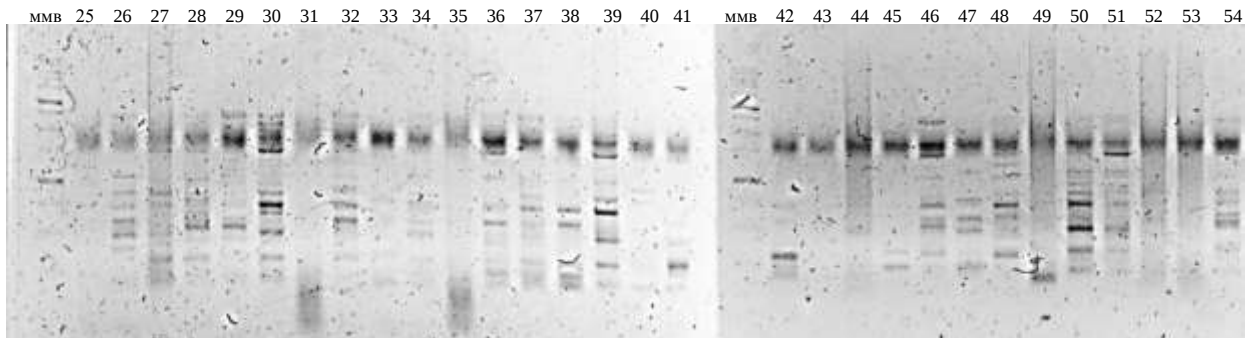


Рисунок Б35 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2312

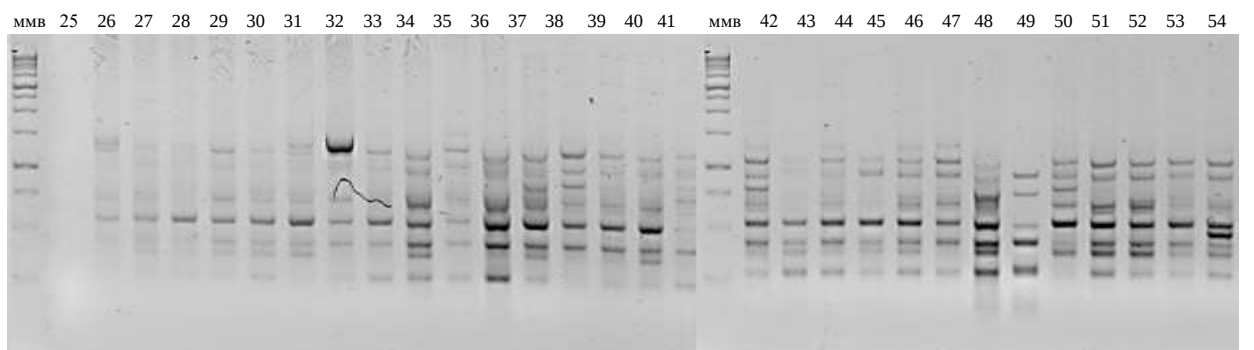


Рисунок Б36 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2321

Условные обозначения:

25-Стратег; 26-Спринтер; 27-Рубеж; 28-Молот; 29-Ларец; 30-Вася; 31-Иосиф; 32-Каррера; 33-Лайс; 34-Шелк; 35-Сельхоз; 36-Серп; 37-Сармат; 38-Агродеум 21; 39-Агродеум 11; 40-Гордей; 41-Самсон; 42-Тимофей; 3-Ерема; 44-Юрий; 45-Версаль; 46-Мир; 47-Хорс; 48-Жигули; 49-Павел; 50-Федор; 51-Романс; 52-Сатурн; 53-Преемник; 54-Платон.

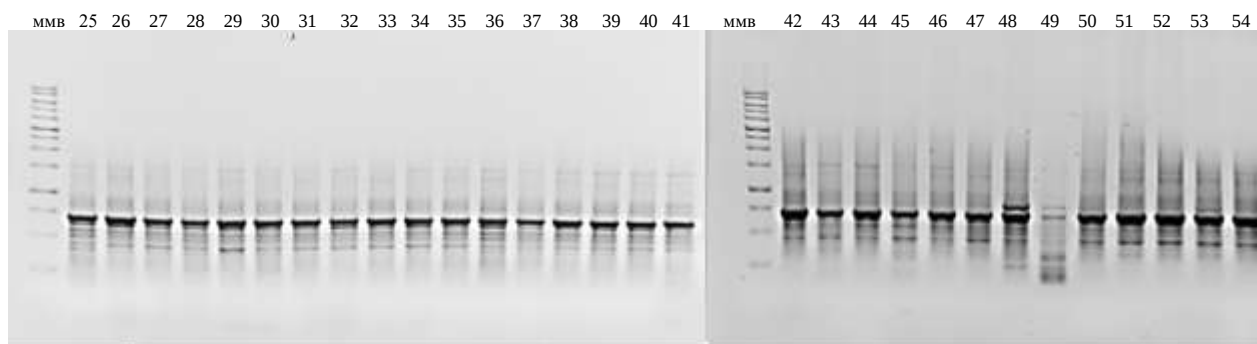


Рисунок Б37 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2328

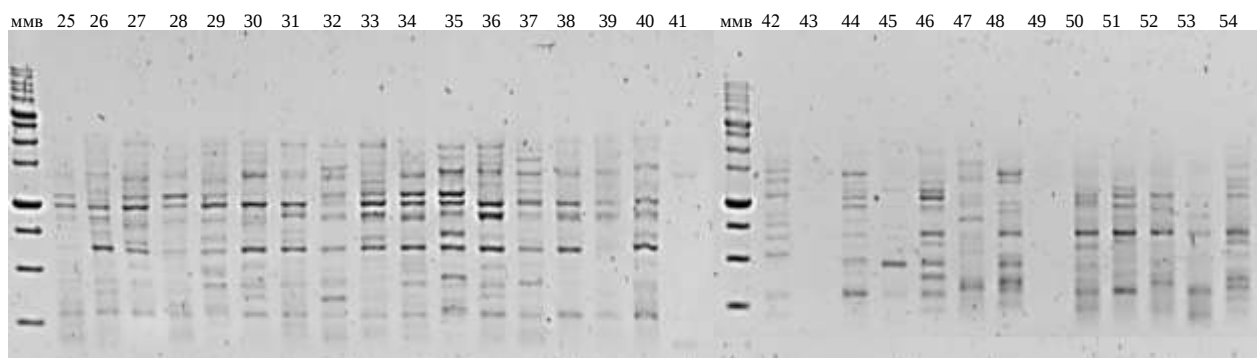


Рисунок Б38 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2330

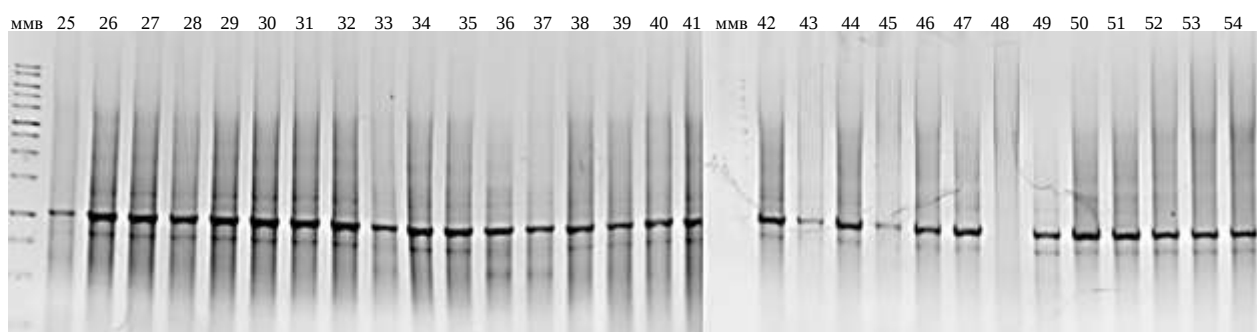


Рисунок Б39 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2334

Условные обозначения:

25-Стратег; 26-Спринтер; 27-Рубеж; 28-Молот; 29-Ларец; 30-Вася; 31-Иосиф; 32-Каррера; 33-Лайс; 34-Шелк; 35-Сельхоз; 36-Серп; 37-Сармат; 38-Агродеум 21; 39-Агродеум 11; 40-Гордей; 41-Самсон; 42-Тимофей; 3-Ерема; 44-Юрий; 45-Версаль; 46-Мир; 47-Хорс; 48-Жигули; 49-Павел; 50-Федор; 51-Романс; 52-Сатурн; 53-Преемник; 54-Платон.

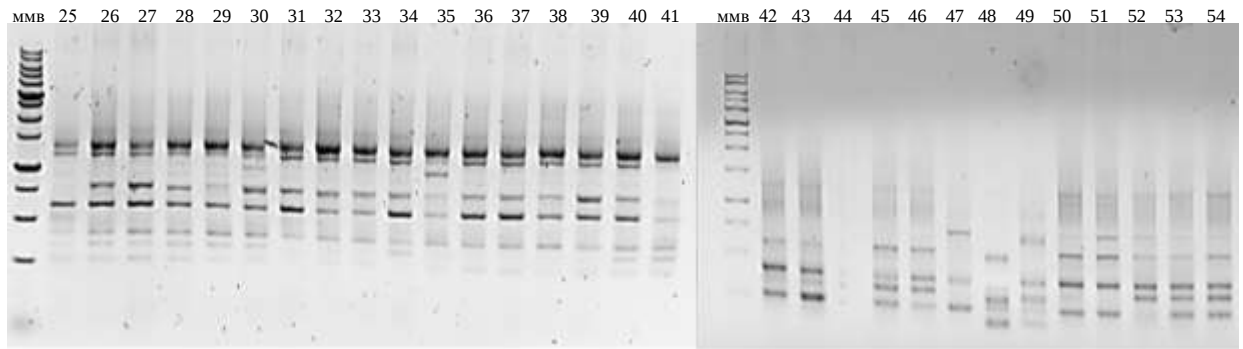


Рисунок Б40 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2339

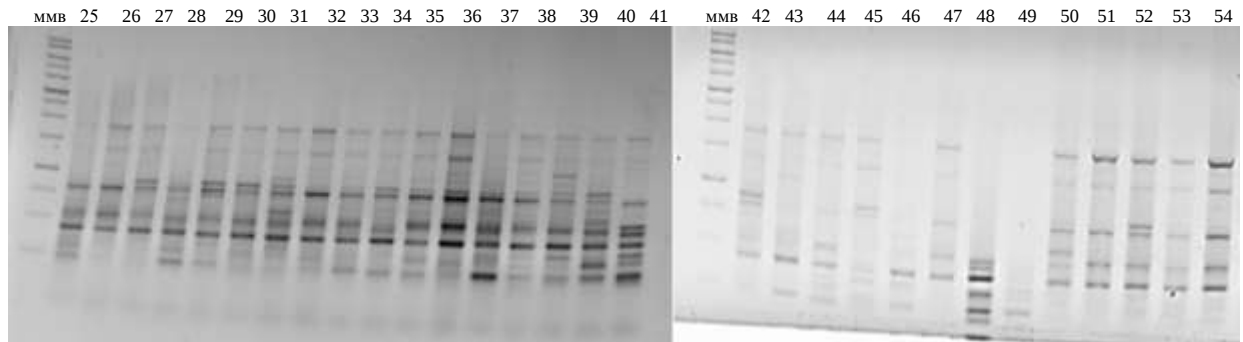


Рисунок Б41 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2341

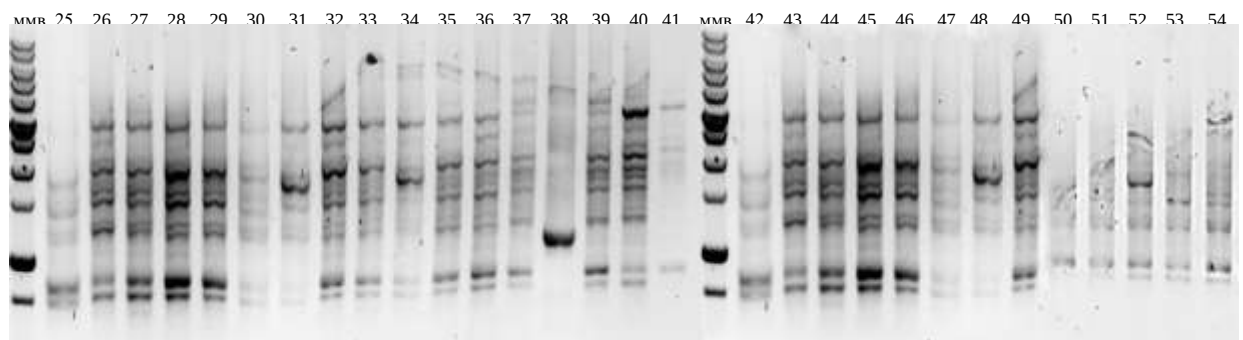


Рисунок Б42 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2346

Условные обозначения:

25-Стратег; 26-Спринтер; 27-Рубеж; 28-Молот; 29-Ларец; 30-Вася; 31-Иосиф; 32-Каррера; 33-Лайс; 34-Шелк; 35-Сельхоз; 36-Серп; 37-Сармат; 38-Агродеум 21; 39-Агродеум 11; 40-Гордей; 41-Самсон; 42-Тимофей; 43-Ерема; 44-Юрий; 45-Версаль; 46-Мир; 47-Хорс; 48-Жигули; 49-Павел; 50-Федор; 51-Романс; 52-Сатурн; 53-Преемник; 54-Платон.

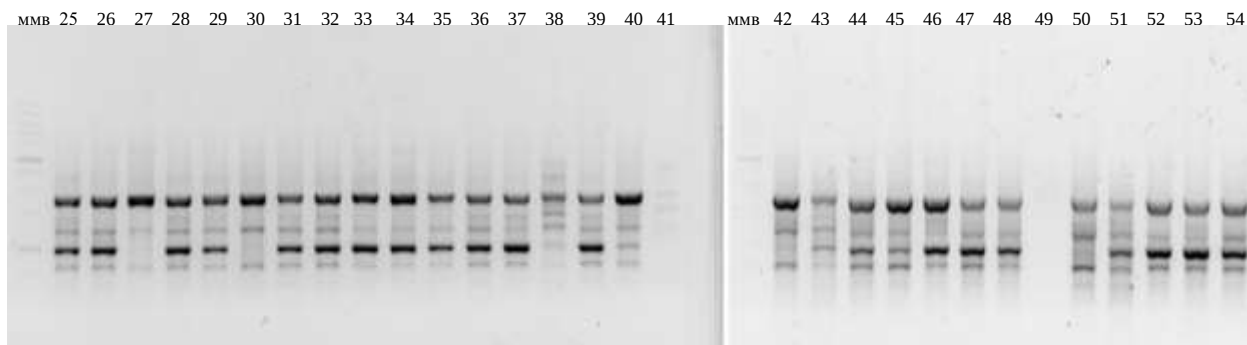


Рисунок Б43 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2373

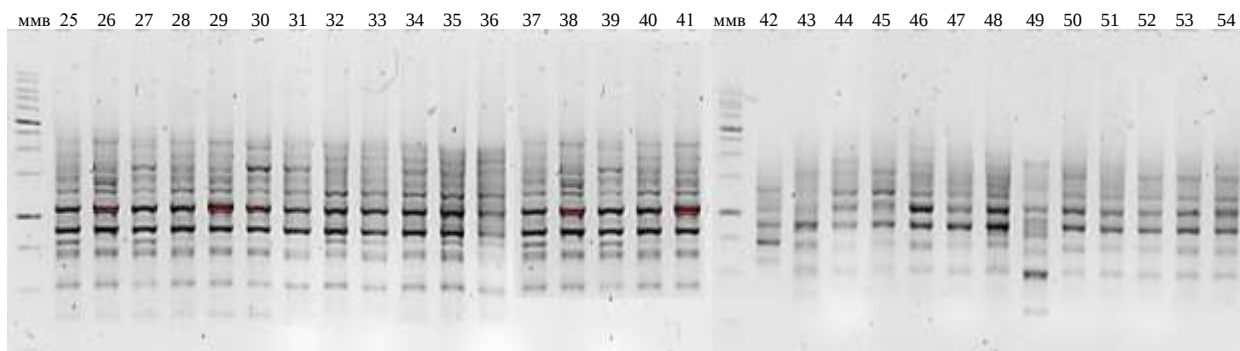


Рисунок Б44 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2374

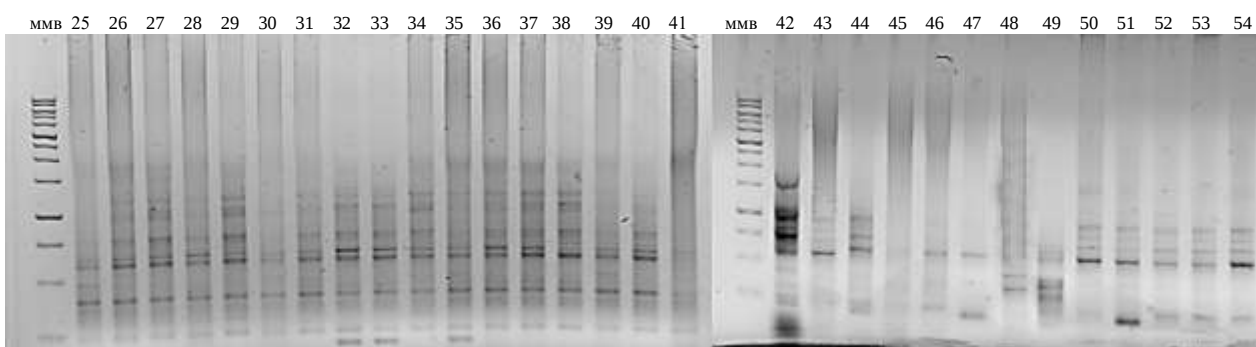


Рисунок Б45 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2375

Условные обозначения:

25-Стратег; 26-Спринтер; 27-Рубеж; 28-Молот; 29-Ларец; 30-Вася; 31-Иосиф; 32-Каррера; 33-Лайс; 34-Шелк; 35-Сельхоз; 36-Серп; 37-Сармат; 38-Агродеум 21; 39-Агродеум 11; 40-Гордей; 41-Самсон; 42-Тимофей; 3-Ерема; 44-Юрий; 45-Версаль; 46-Мир; 47-Хорс; 48-Жигули; 49-Павел; 50-Федор; 51-Романс; 52-Сатурн; 53-Преимник; 54-Платон.

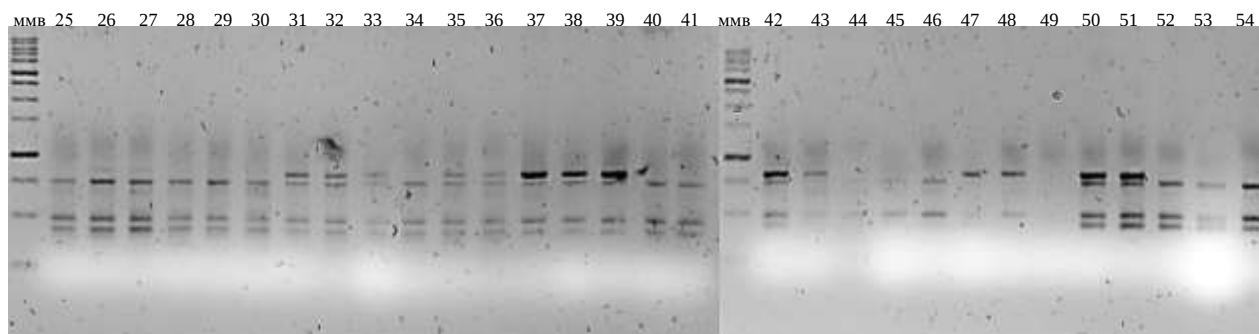


Рисунок Б46 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2376

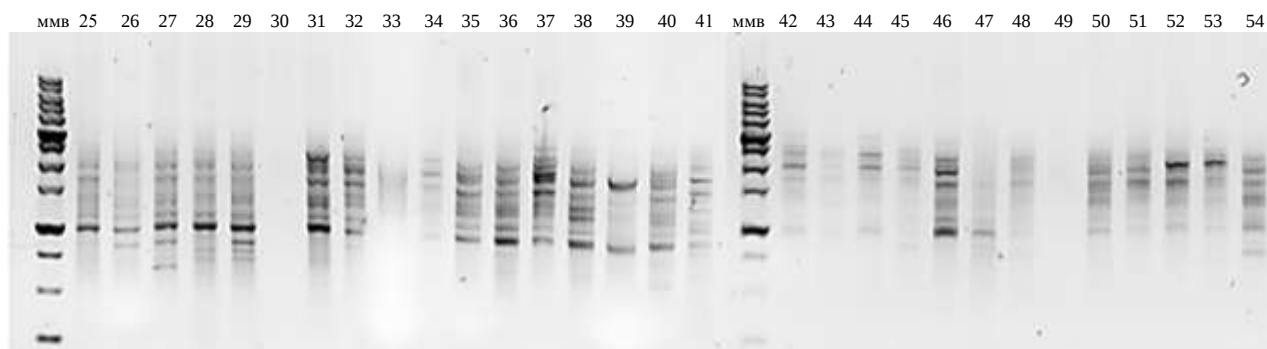


Рисунок Б47 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2306

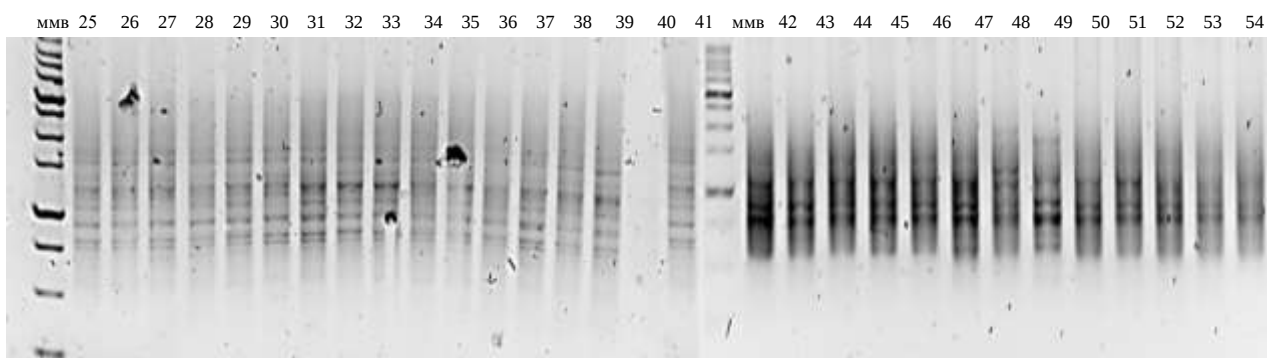


Рисунок Б48 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2415

Условные обозначения:

25-Стратег; 26-Спринтер; 27-Рубеж; 28-Молот; 29-Ларец; 30-Вася; 31-Иосиф; 32-Каррера; 33-Лайс; 34-Шелк; 35-Сельхоз; 36-Серп; 37-Сармат; 38-Агродеум 21; 39-Агродеум 11; 40-Гордей; 41-Самсон; 42-Тимофей; 3-Ерема; 44-Юрий; 45-Версаль; 46-Мир; 47-Хорс; 48-Жигули; 49-Павел; 50-Федор; 51-Романс; 52-Сатурн; 53-Преемник; 54-Платон.

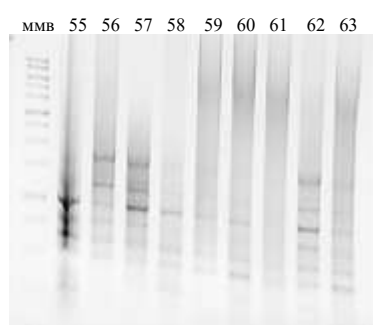


Рисунок Б49 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2373

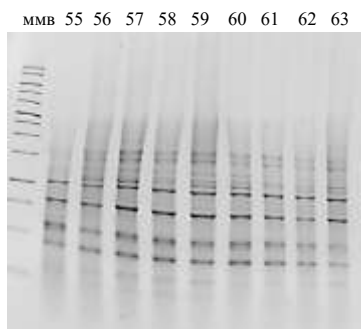


Рисунок Б50 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2074

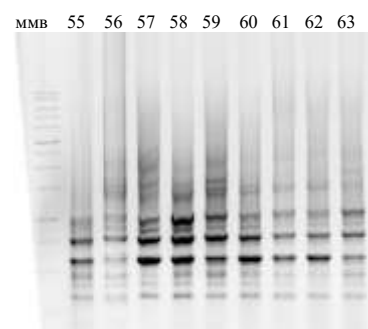


Рисунок Б51 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2228

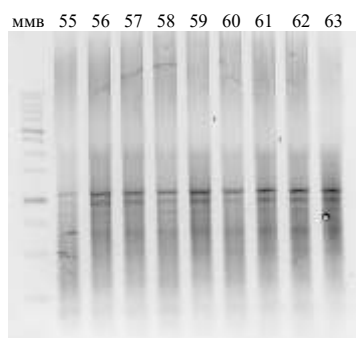


Рисунок Б52 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2415

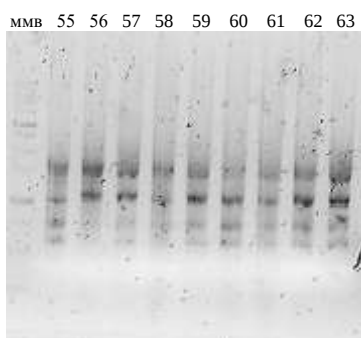


Рисунок Б53 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2230

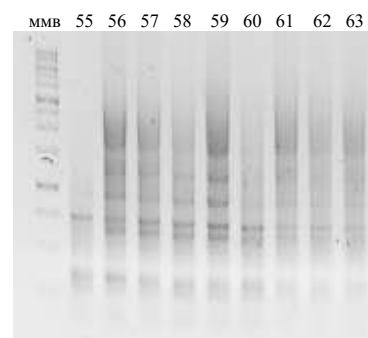


Рисунок Б54 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2075

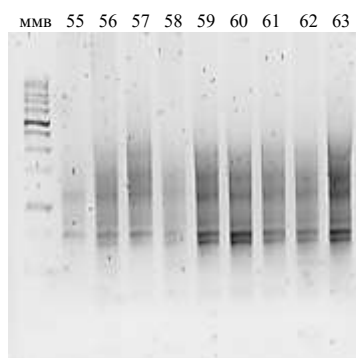


Рисунок Б55 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2078

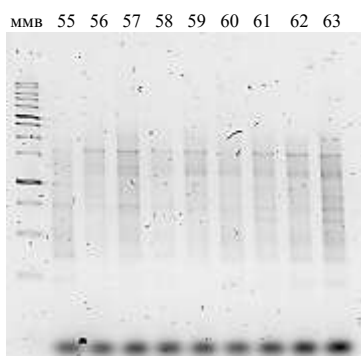


Рисунок Б56 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2237

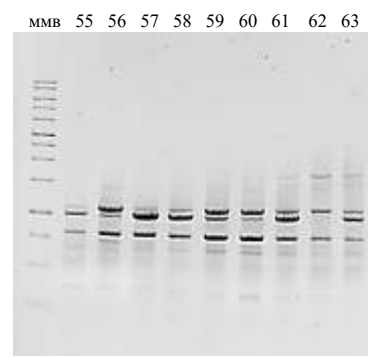


Рисунок Б57 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2374

Условные обозначения:

55-Циклон; 58-Бастион; 61-Кондрат; 56- Силуэт; 59-Козырь; 62-Хуторок;
57-Радикал; 60-Михайло; 63-Добрыня З.

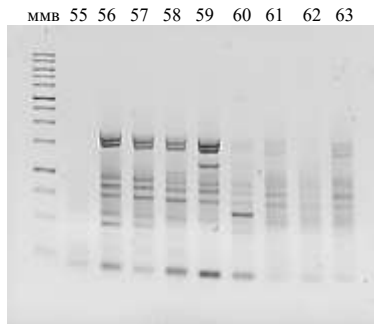


Рисунок Б58 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2375

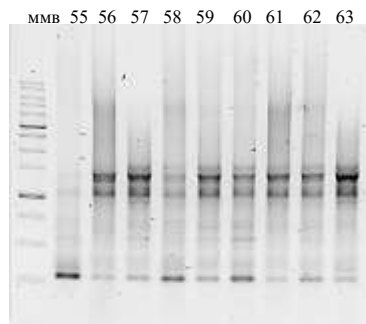


Рисунок Б59 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2095

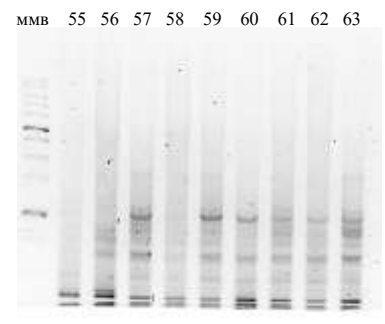


Рисунок Б60 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2330

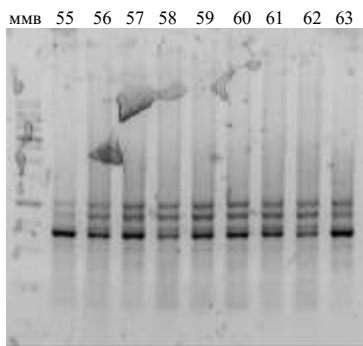


Рисунок Б61 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2328

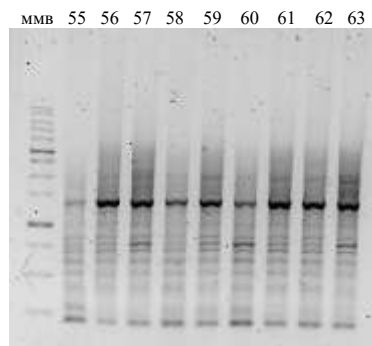


Рисунок Б62 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2311

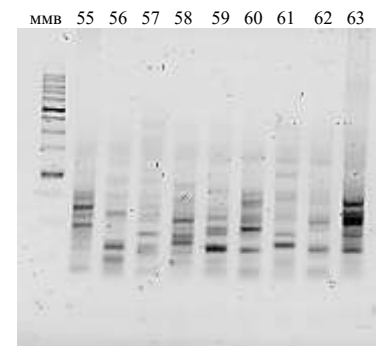


Рисунок Б63 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2312

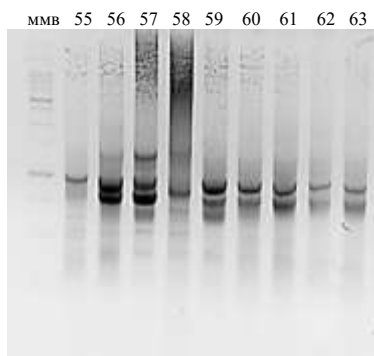


Рисунок Б64 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2334

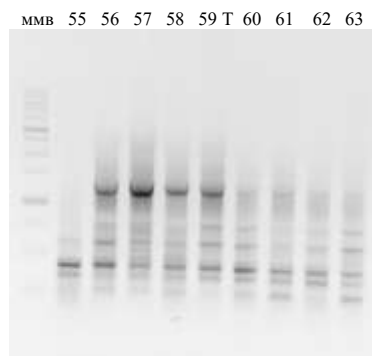


Рисунок Б65 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2339

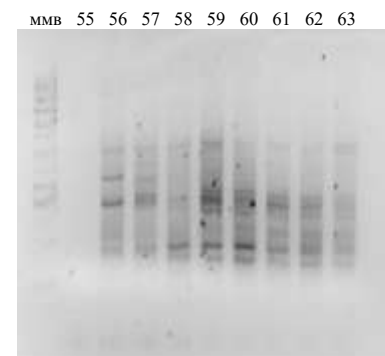


Рисунок Б66 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2341

Условные обозначения:

55-Циклон; 58-Бастион; 61-Кондрат; 56- Силуэт; 59-Козырь; 62-Хуторок;
57-Радикал; 60-Михайло; 63-Добрыня З.

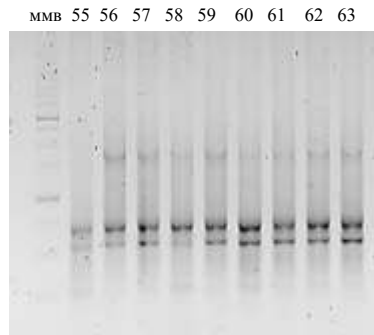


Рисунок Б67 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2376

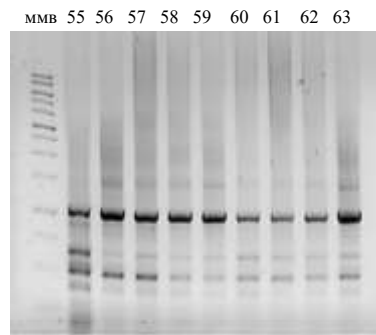


Рисунок Б68 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2309

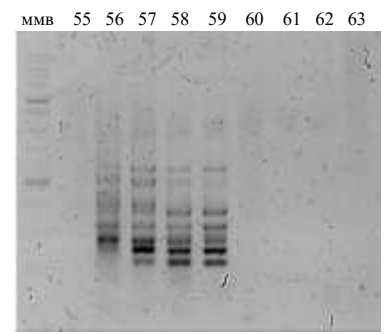


Рисунок Б69 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2321

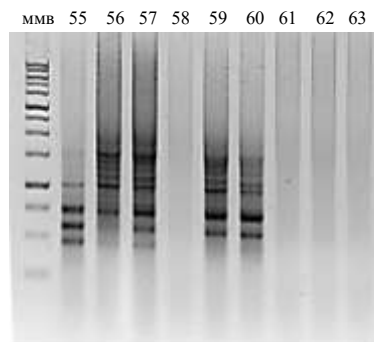


Рисунок Б70 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2303

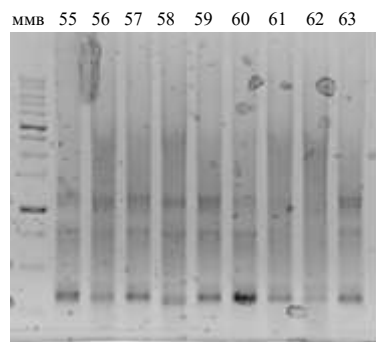


Рисунок Б71 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2346

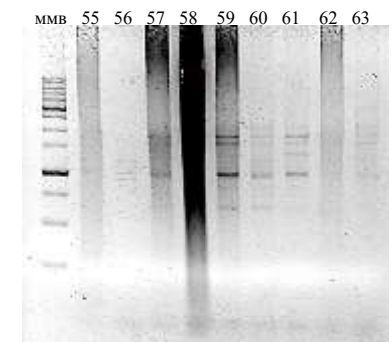


Рисунок Б72 - Визуализация продуктов амплификации
iPBS-маркера 2306

Условные обозначения:

55-Циклон; 58-Бастион; 61-Кондрат; 56- Силуэт; 59-Козырь; 62-Хуторок;
57-Радикал; 60-Михайло; 63-Добрыня З.

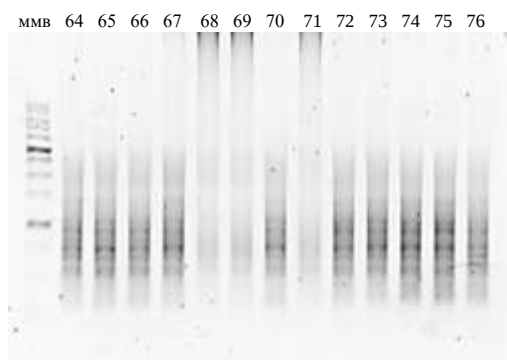


Рисунок Б73 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2075

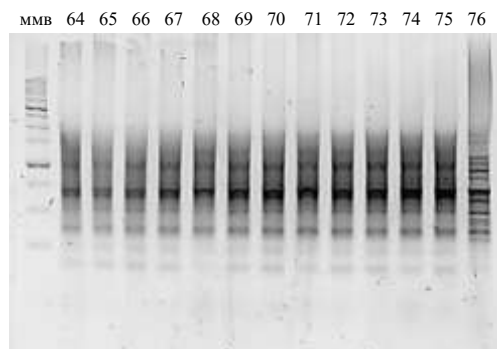


Рисунок Б74 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2078

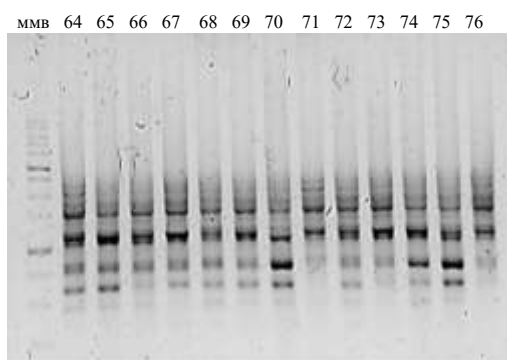


Рисунок Б75 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2228

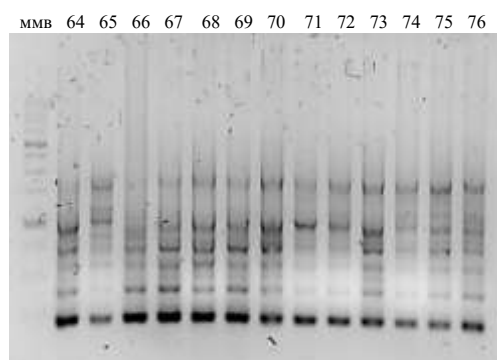


Рисунок Б76 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2230

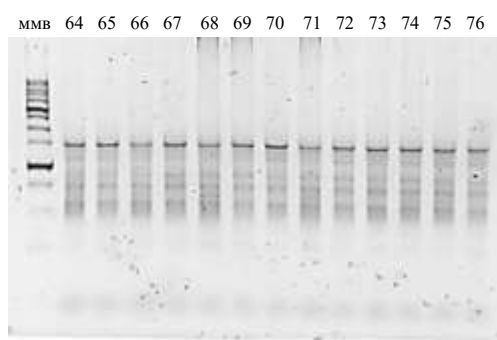


Рисунок Б77 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2237

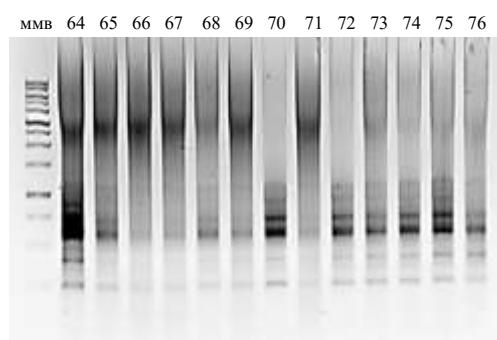


Рисунок Б78 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2375

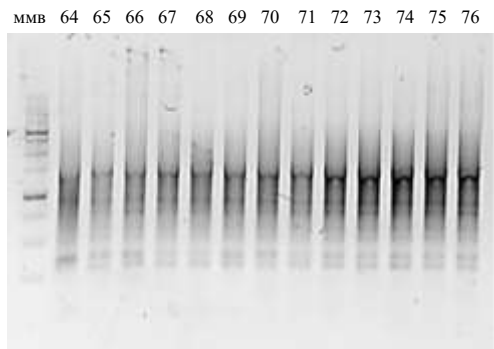


Рисунок Б79 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2095

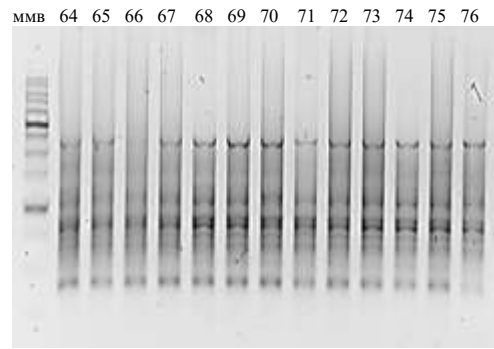


Рисунок Б80 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2309

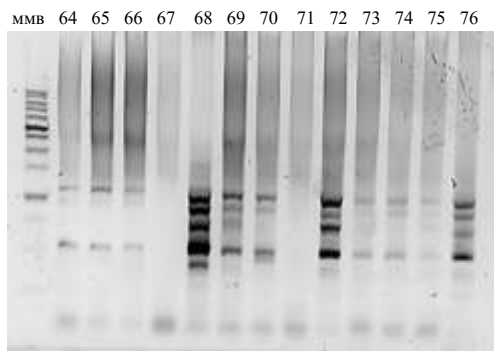


Рисунок Б81 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2321

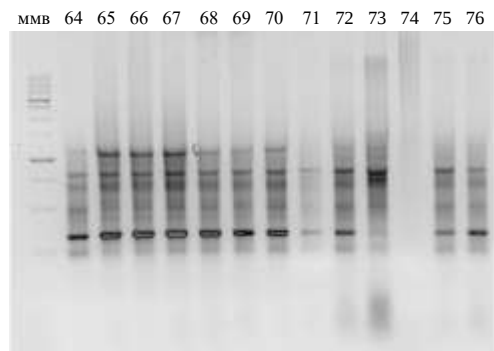


Рисунок Б82 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2346

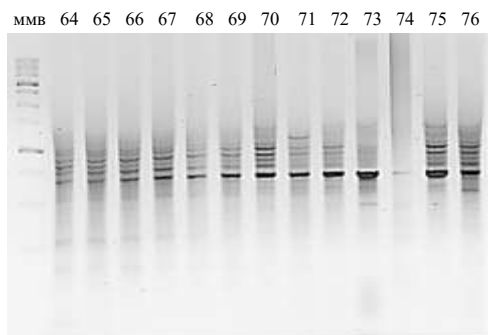


Рисунок Б83 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2328

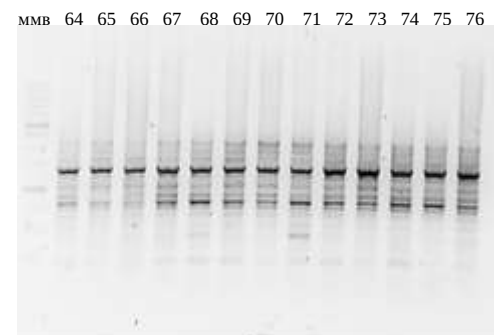


Рисунок Б84 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2311

Условные обозначения:

64-КА-7; 65-КА-5 x КА-3; 66-КА-12; 67-Гордей x КА-6; 68-Хуторок x КА-1; 69-КА-3 x КА-5; 70-Садко x Скарпия; 71-ZG 5; 72-КА-3 x Спринтер; 73-КА-1 x Спринтер; 74-(КА-3 x Ларец) x Спринтер; 75-AS 070418; 76-КА-2 x КА-12.

Условные обозначения:

64-КА-7; 65-КА-5 х КА-3; 66-КА-12; 67-Гордей х КА-6; 68-Хуторок х КА-1; 69-КА-3 х КА-5; 70-Садко х Скарпия; 71-ZG 5; 72-КА-3 х Спринтер; 73-КА-1 х Спринтер; 74-(КА-3 х Ларец) х Спринтер; 75-AS 070418; 76-КА-2 х КА-12

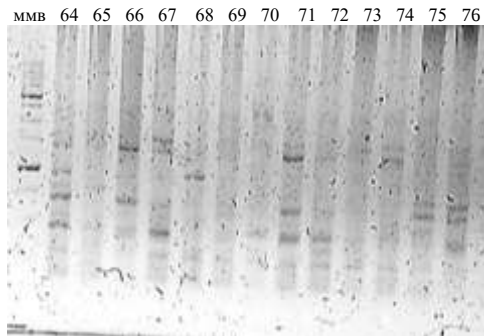


Рисунок Б85 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2312

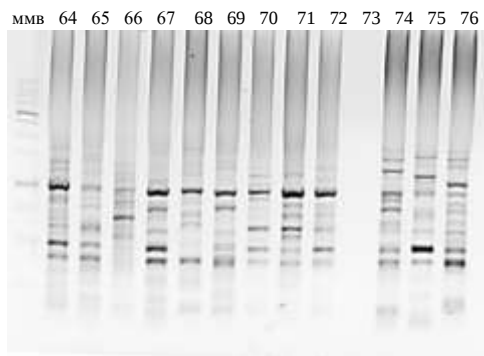


Рисунок Б87 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2303

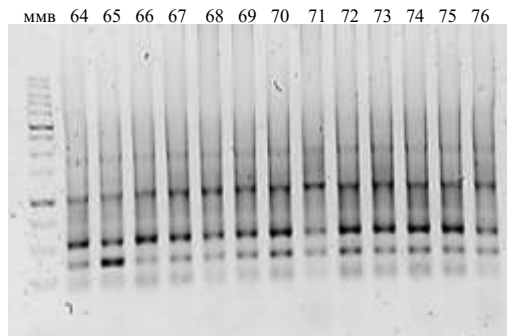


Рисунок Б89 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2373

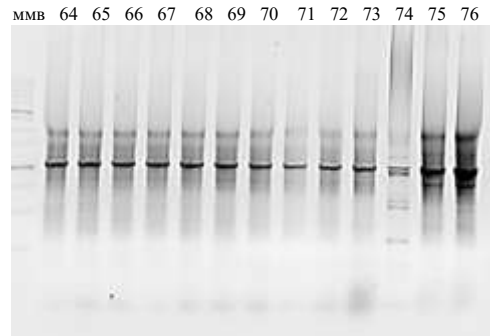


Рисунок Б86 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2334

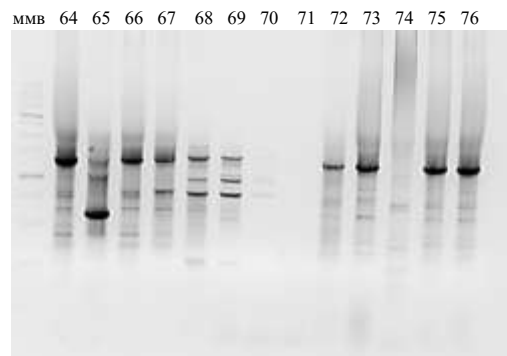


Рисунок Б88 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2339

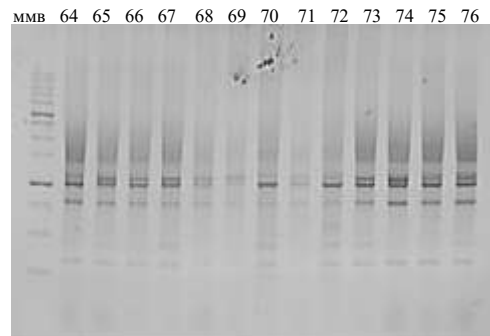


Рисунок Б90 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2074

Условные обозначения:

64-КА-7; 65-КА-5 х КА-3; 66-КА-12; 67-Гордей х КА-6; 68-Хуторок х КА-1; 69-КА-3 х КА-5; 70-Садко х Скарпия; 71-ZG 5; 72-КА-3 х Спринтер; 73-КА-1 х Спринтер; 74-(КА-3 х Ларец) х Спринтер; 75-AS 070418; 76-КА-2 х КА-12

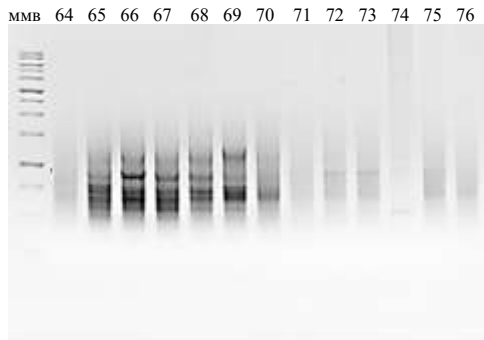


Рисунок Б91 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2415

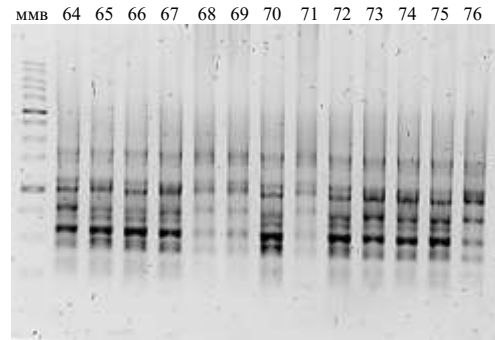


Рисунок Б92 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2374

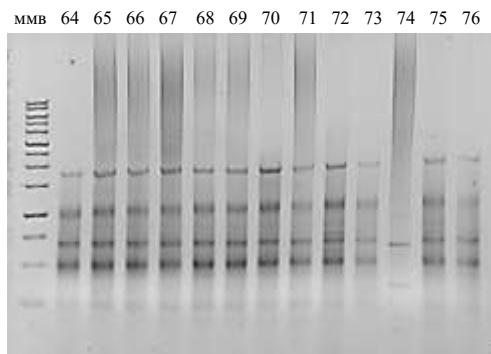


Рисунок Б93 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2376

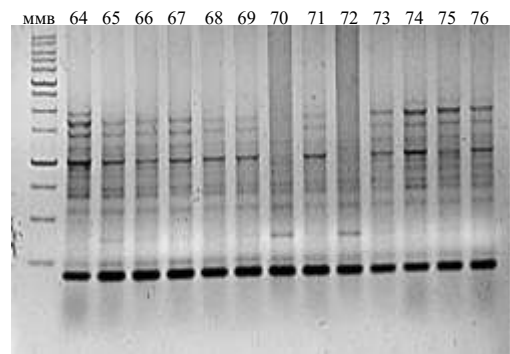


Рисунок Б94 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2330

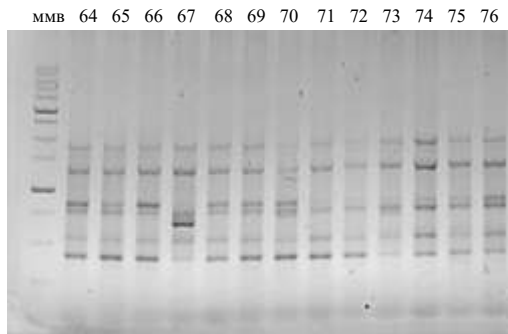


Рисунок Б95 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2341

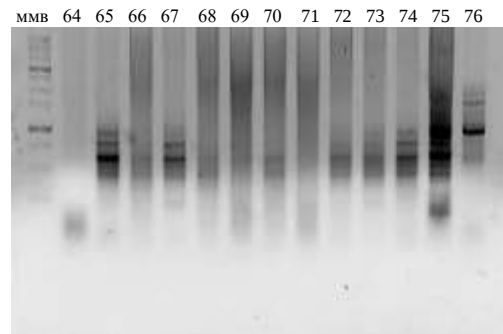


Рисунок Б96 - Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2074

Условные обозначения:

64-КА-7; 65-КА-5 х КА-3; 66-КА-12; 67-Гордей х КА-6; 68-Хуторок х КА-1; 69-КА-3 х КА-5; 70-Садко х Скарпия; 71-ZG 5; 72-КА-3 х Спринтер; 73-КА-1 х Спринтер; 74-(КА-3 х Ларец) х Спринтер; 75-AS 070418; 76-КА-2 х КА-12

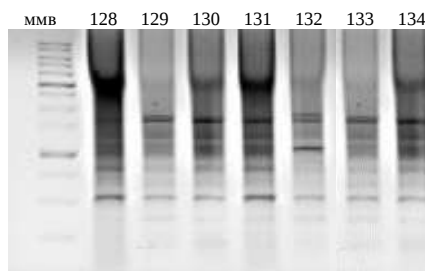
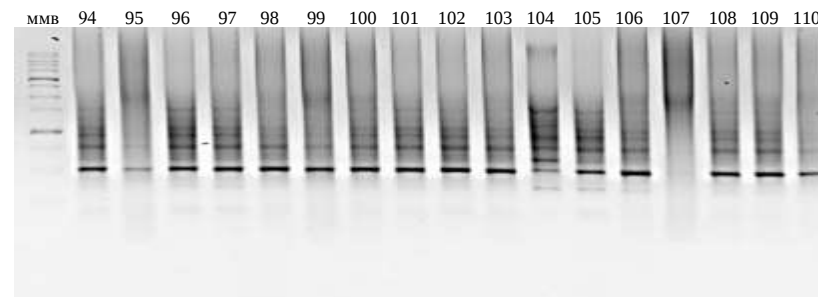
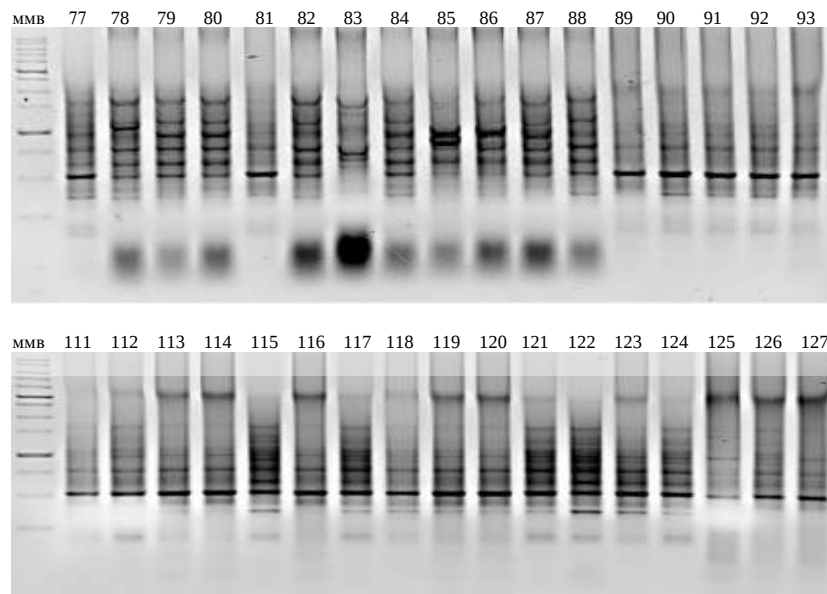


Рисунок Б97 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2373

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Јука; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

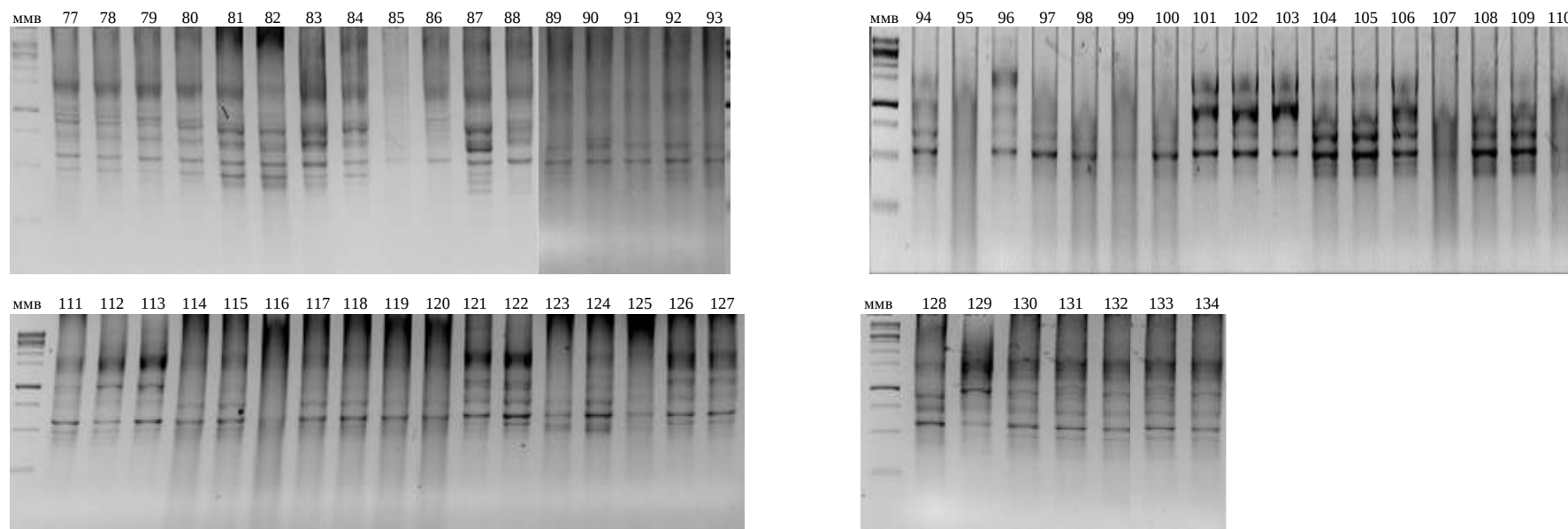


Рисунок Б98 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2074

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

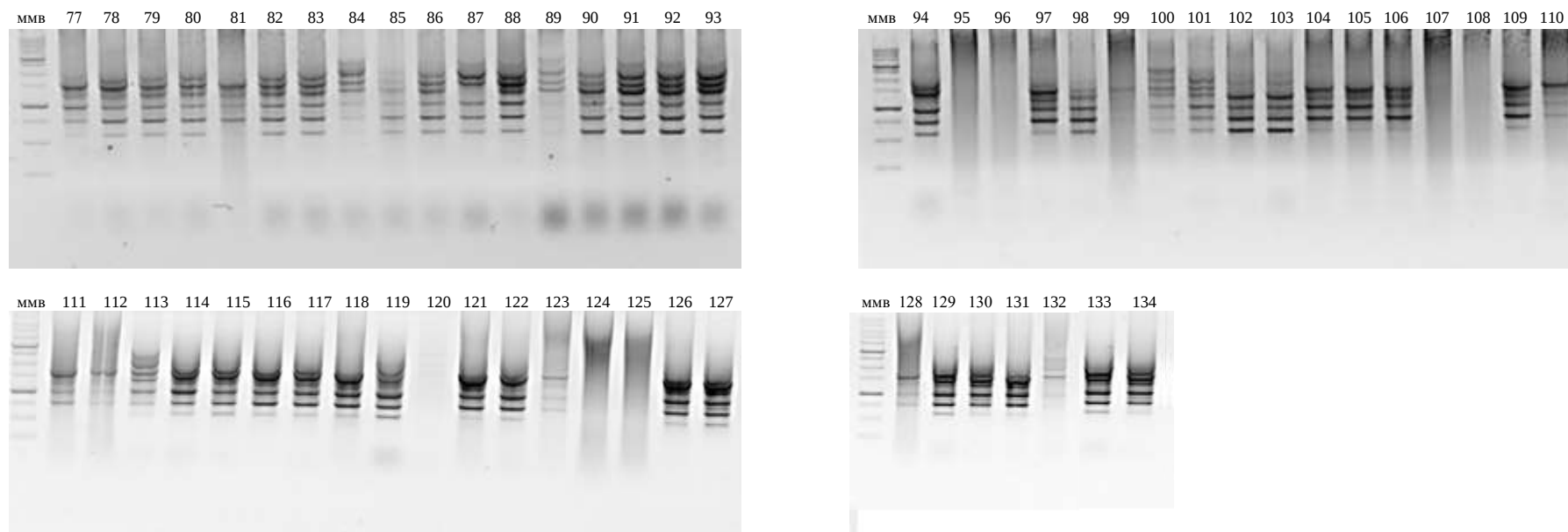


Рисунок Б99 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2228

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хайлайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Јука; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

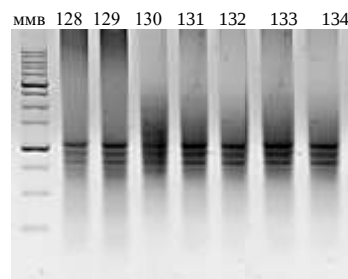
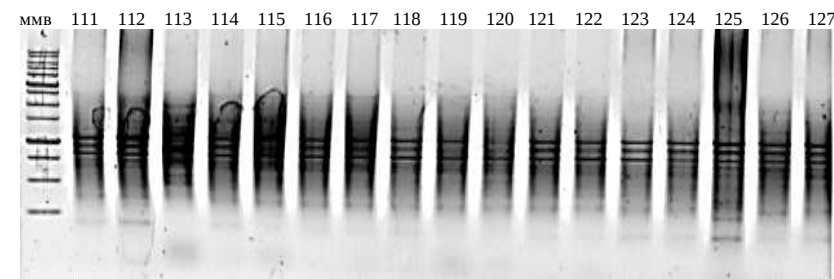
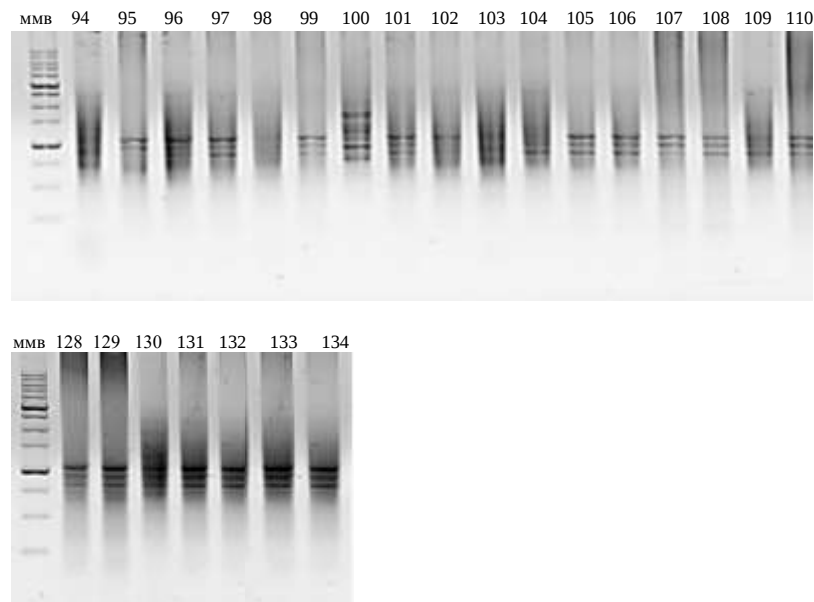
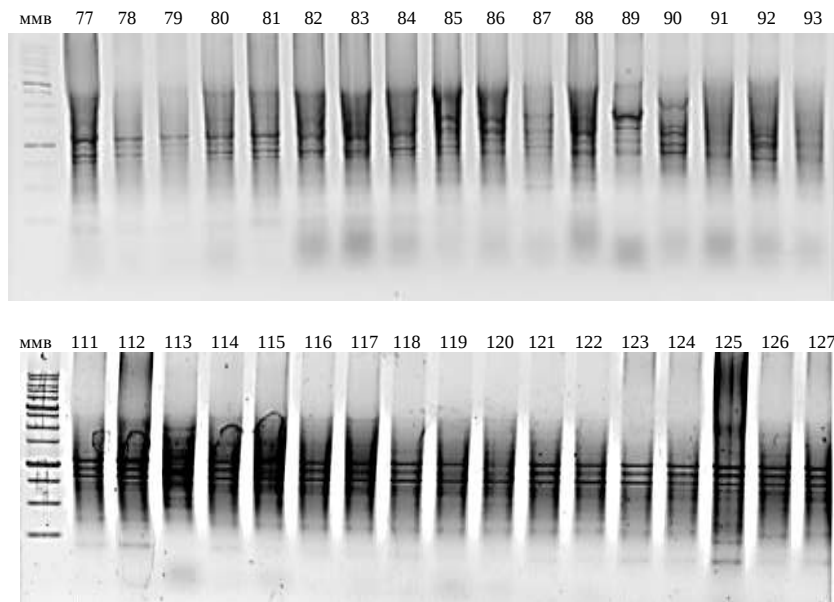


Рисунок Б100 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2415

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

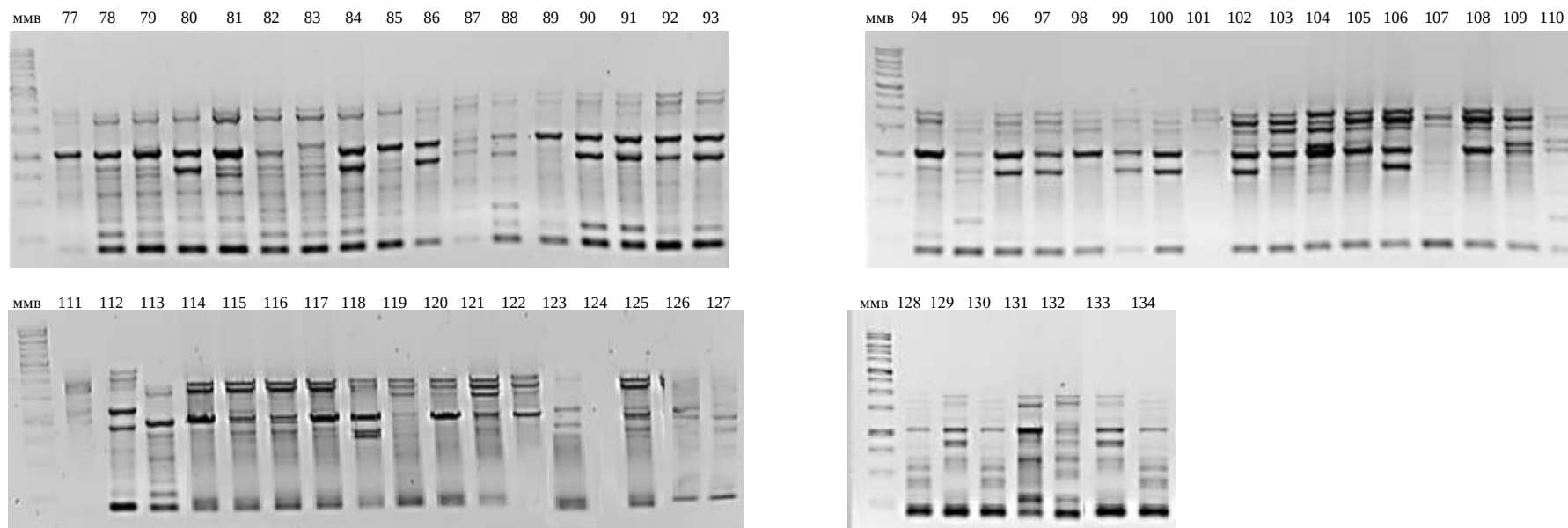


Рисунок Б101 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2230

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хайлайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Јука; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

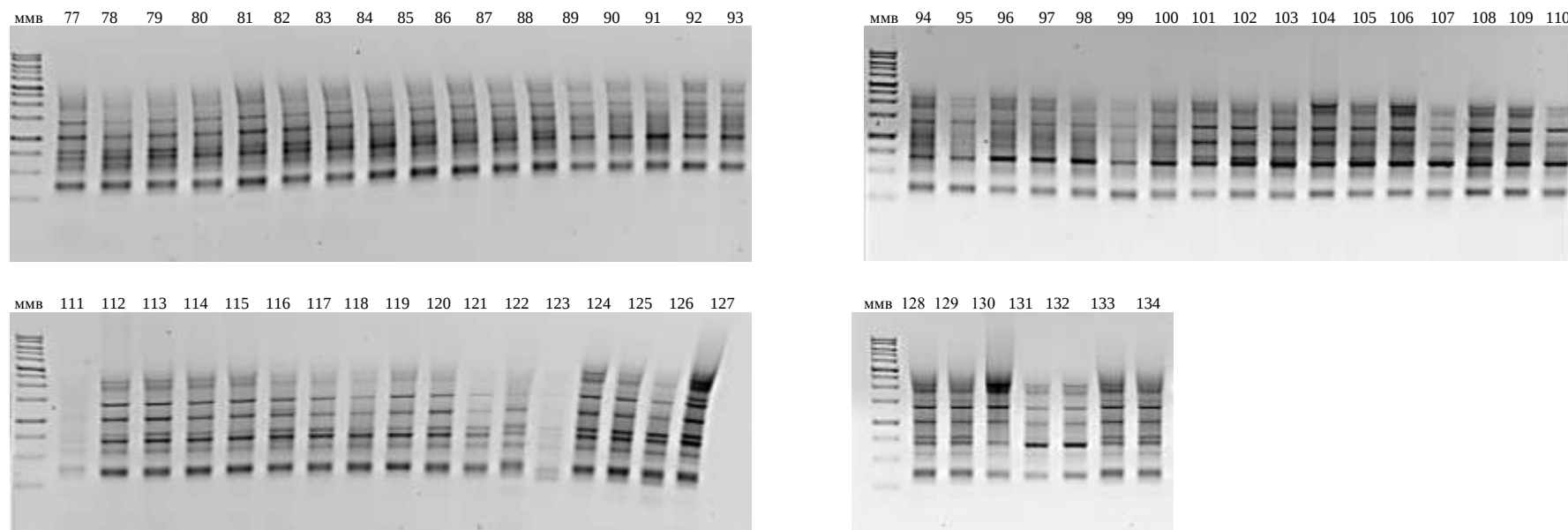


Рисунок Б102 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2075

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Јука; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

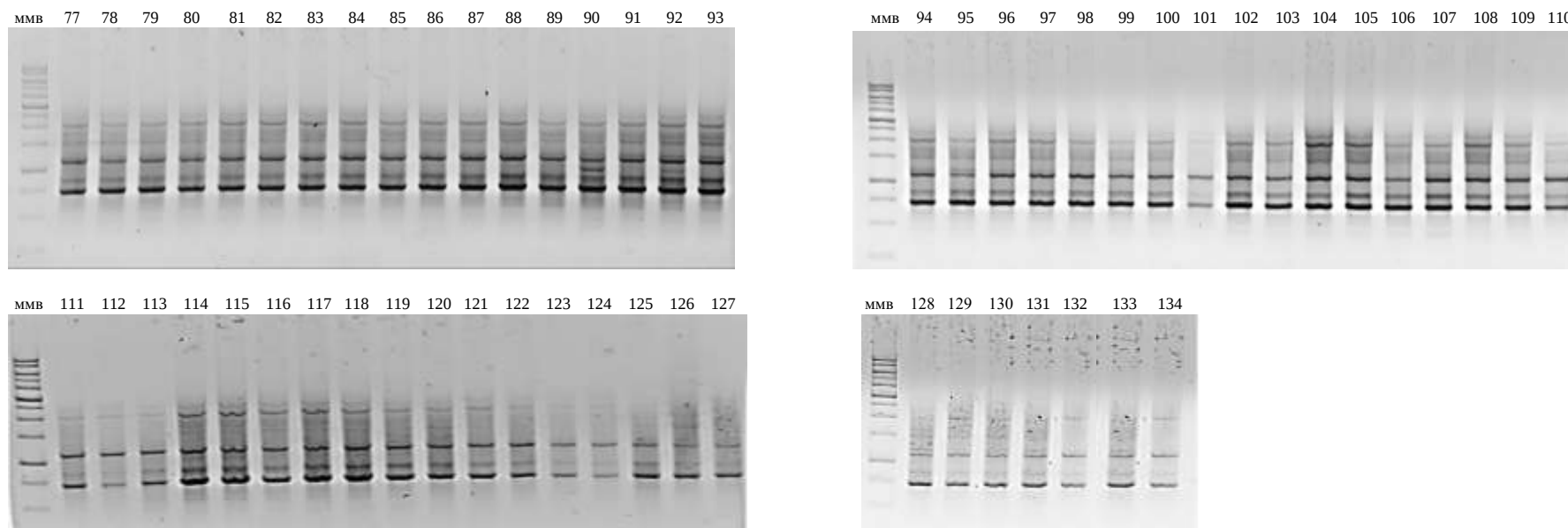


Рисунок Б103 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2078

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Јука; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

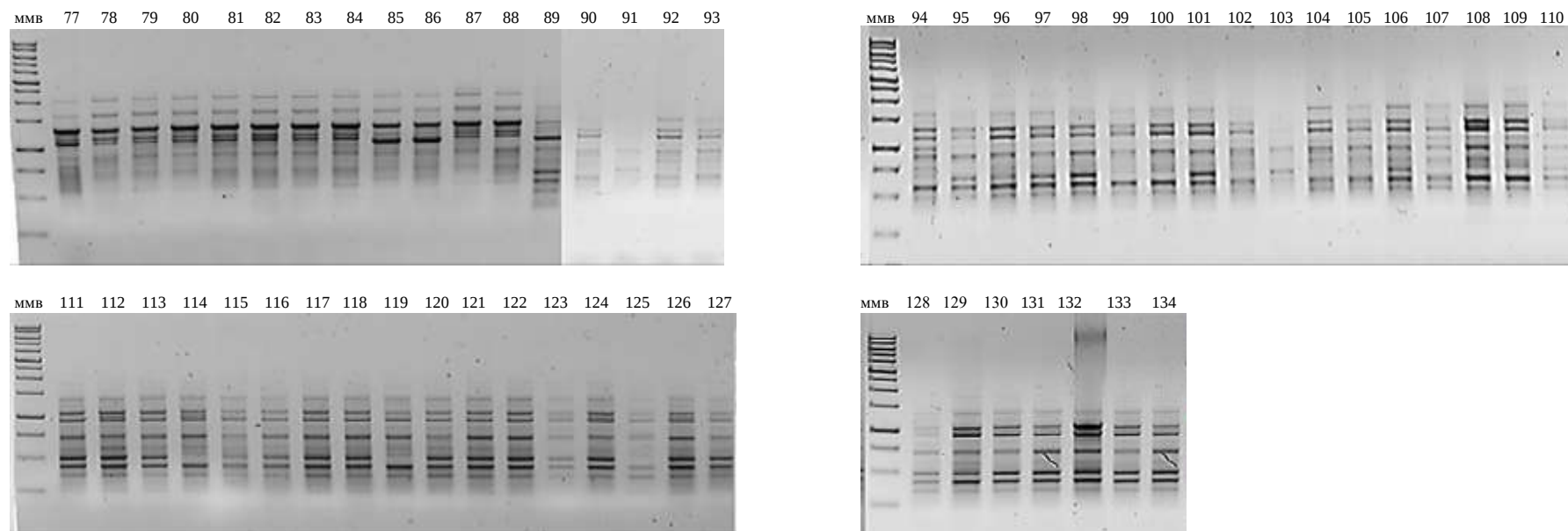


Рисунок Б104 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2237

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хайлайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Јука; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

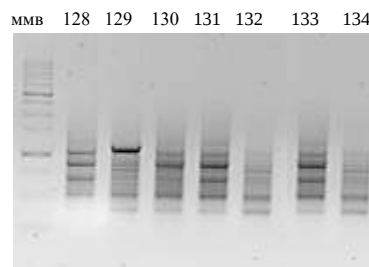
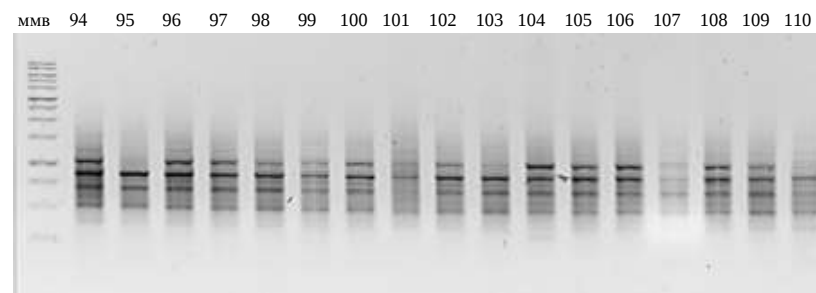
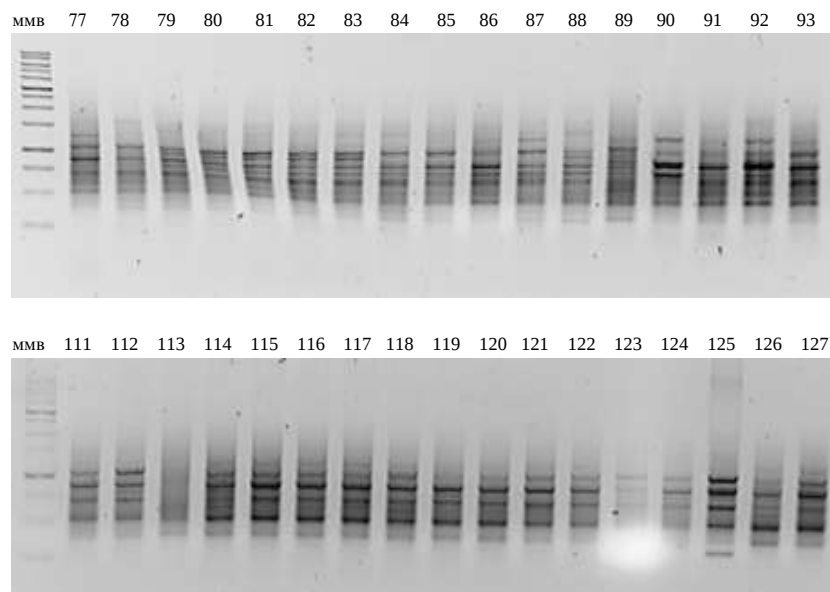


Рисунок Б105 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2374

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хайлайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Јука; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

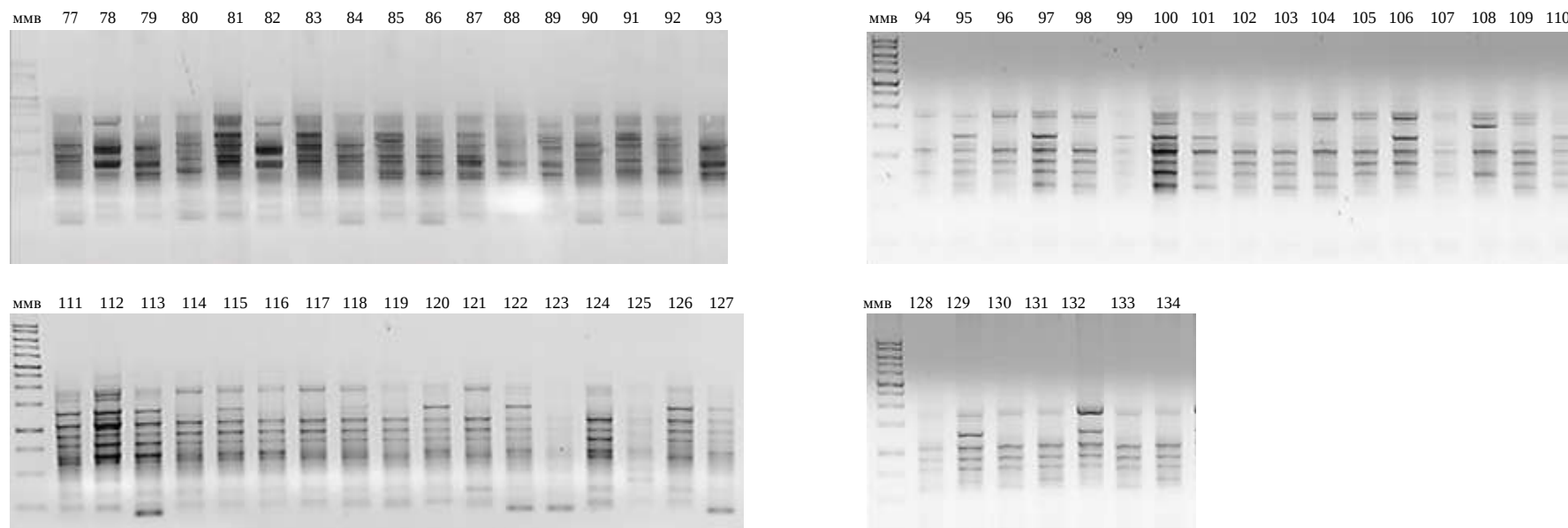


Рисунок Б106 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2375

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

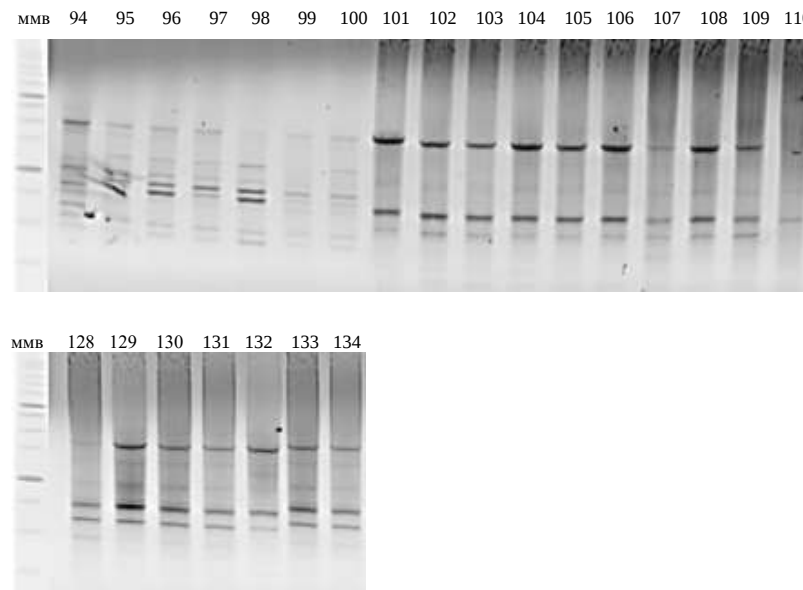
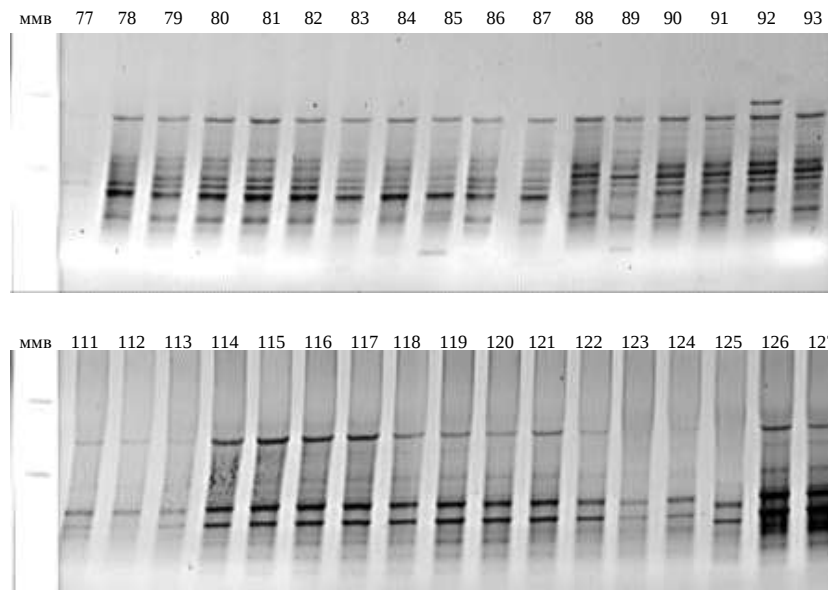


Рисунок Б107 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2376

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурию; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

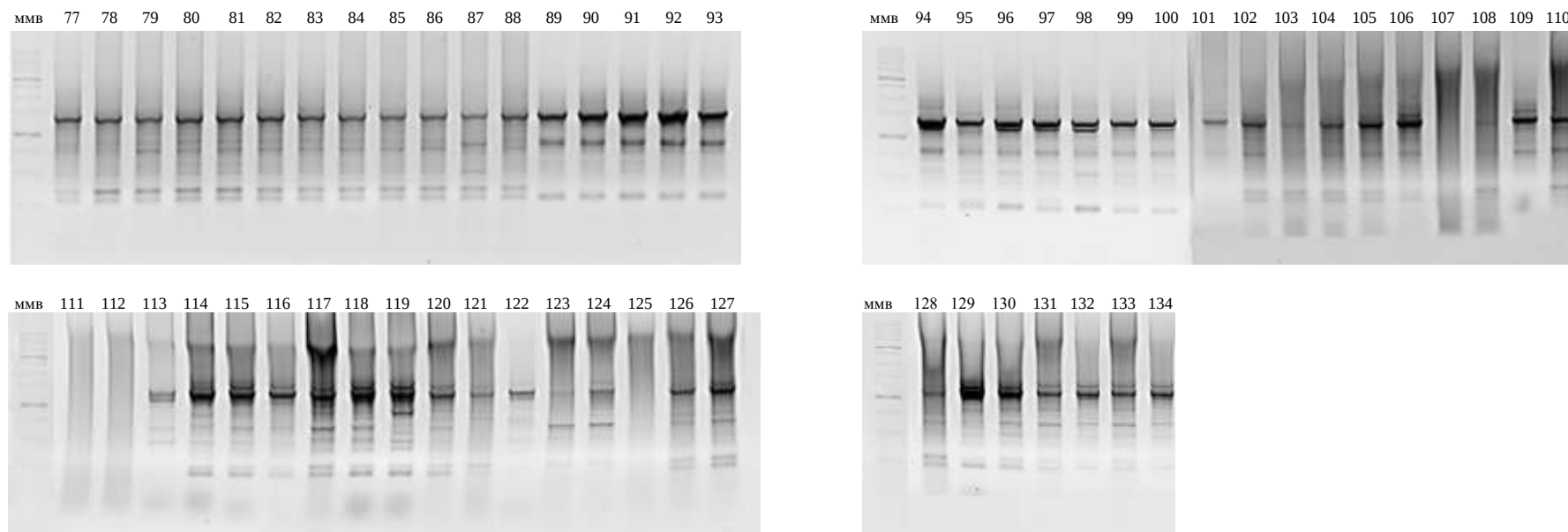


Рисунок Б108 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2095

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

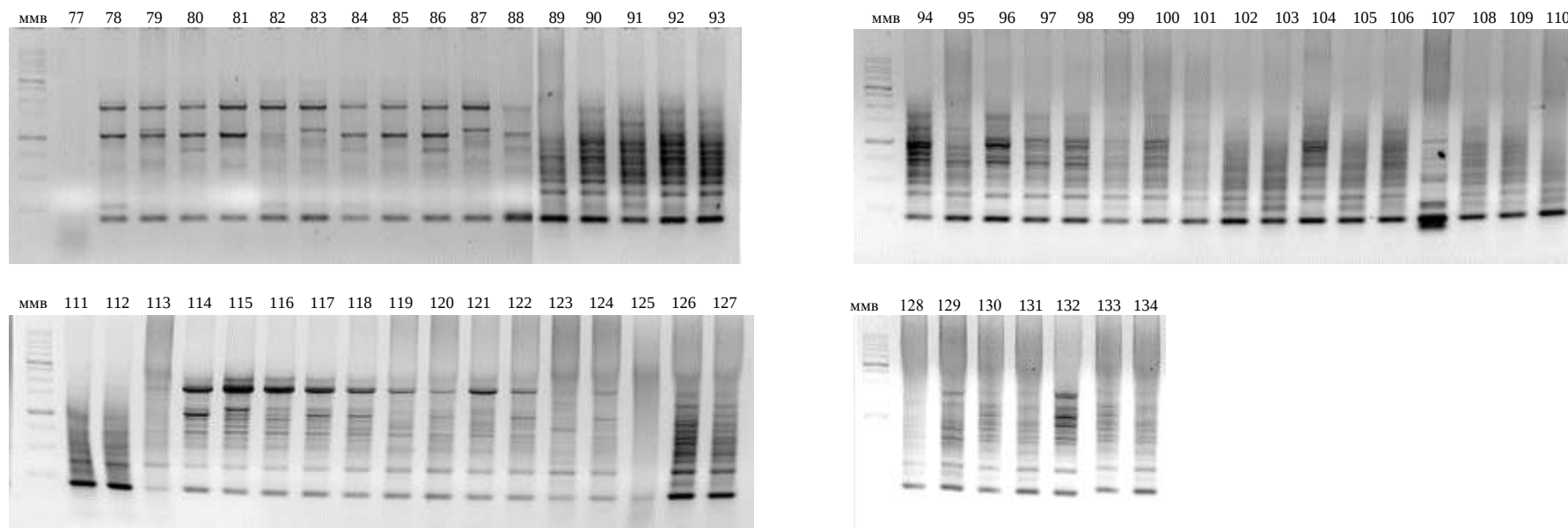


Рисунок Б109 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2330

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

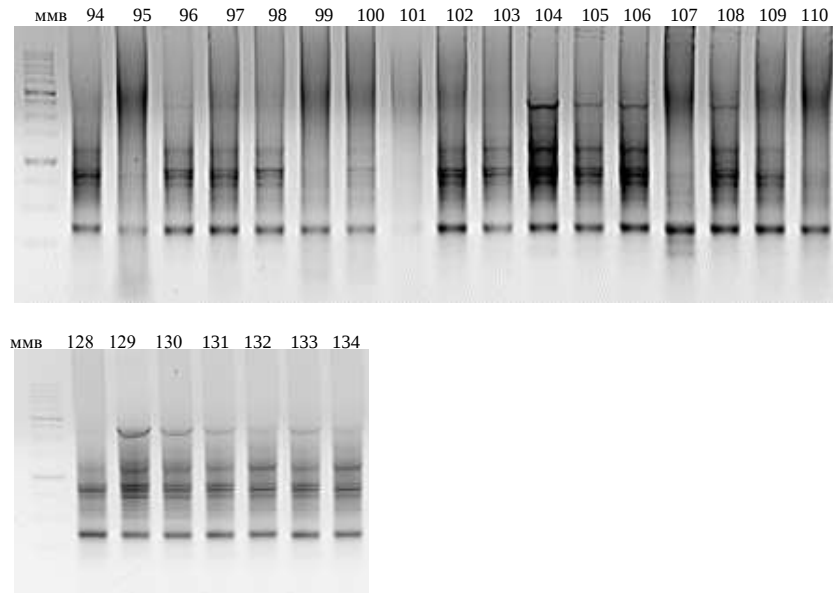
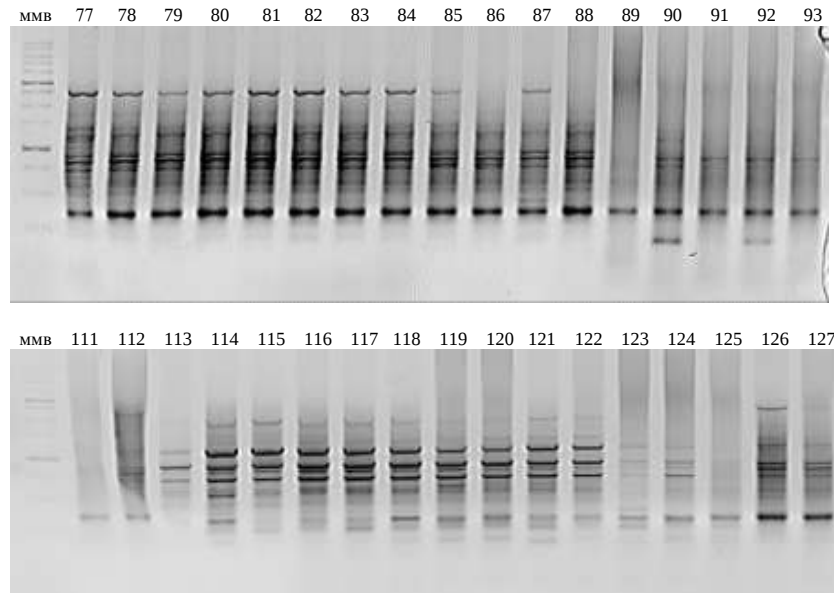


Рисунок Б110 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2309

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурию; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

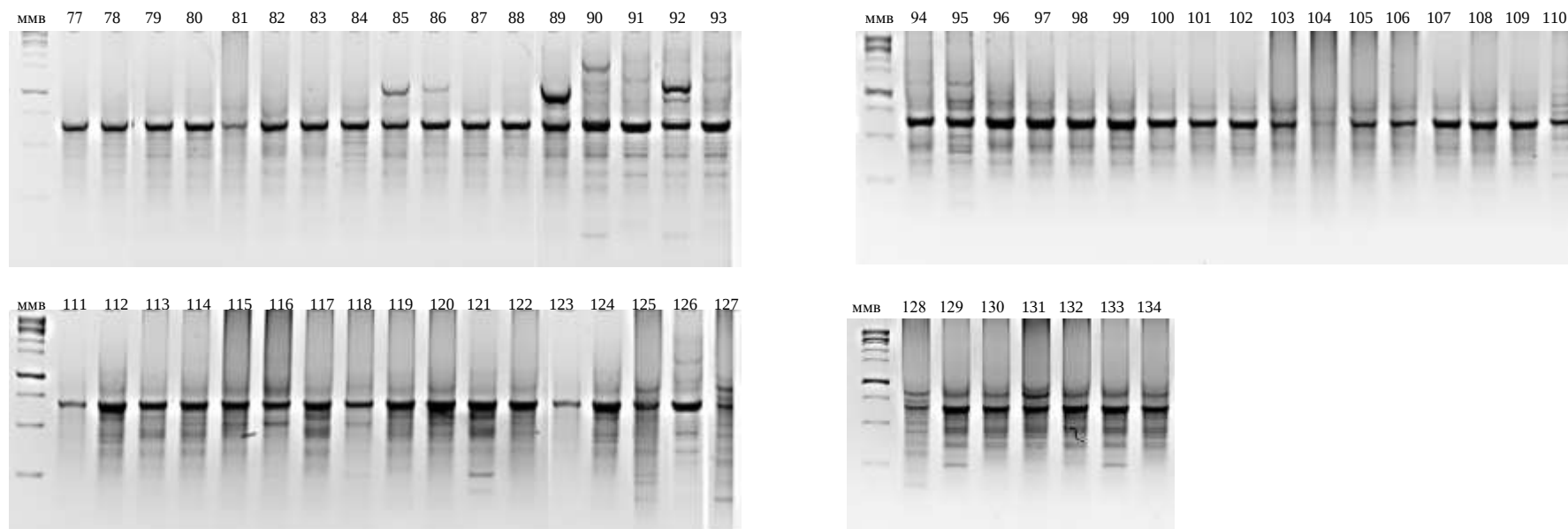


Рисунок Б111 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2328

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

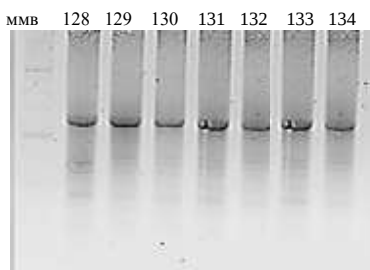
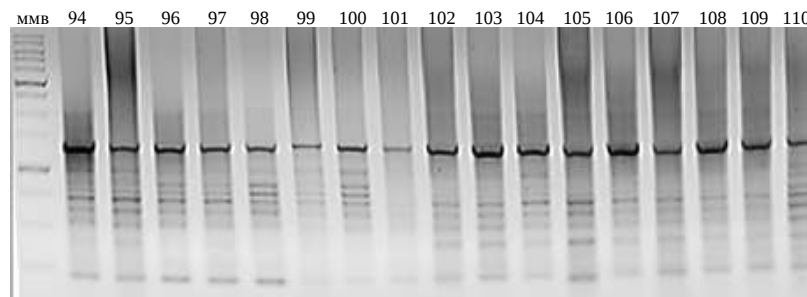
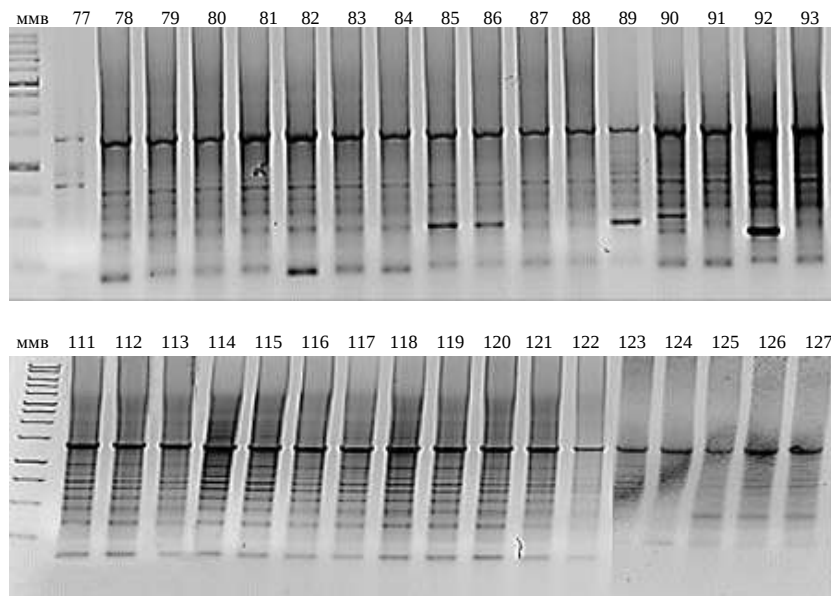


Рисунок Б112 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2311

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурию; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

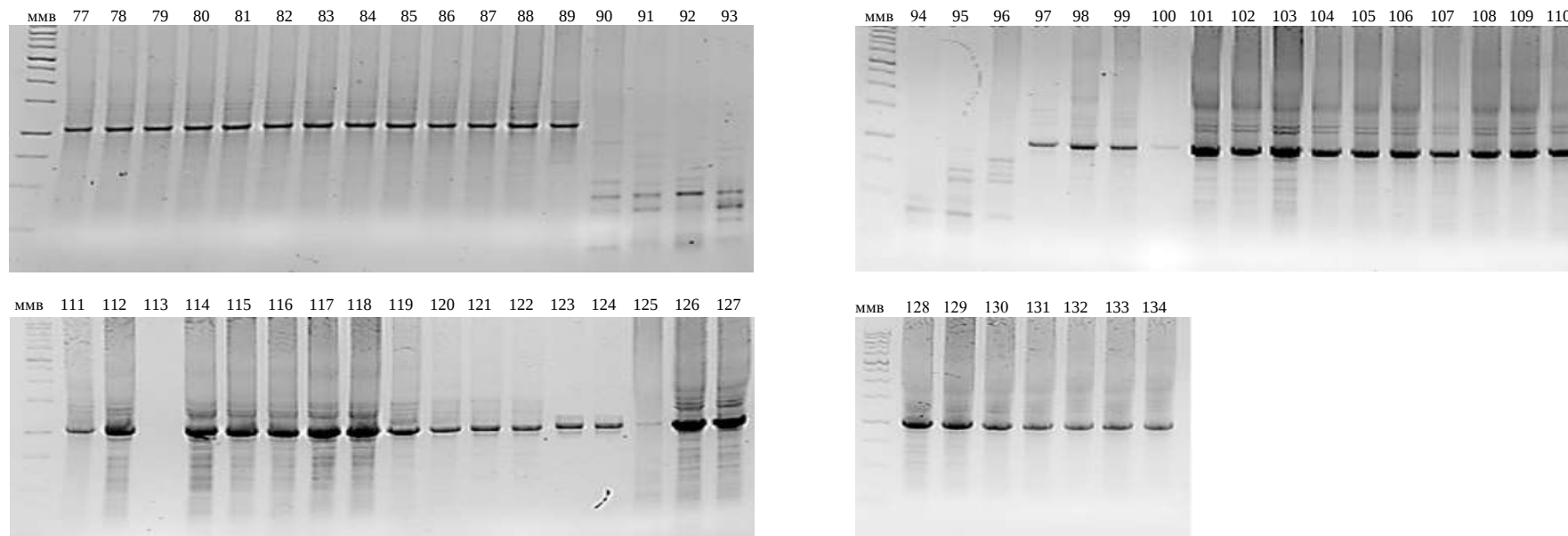


Рисунок Б113 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2334

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

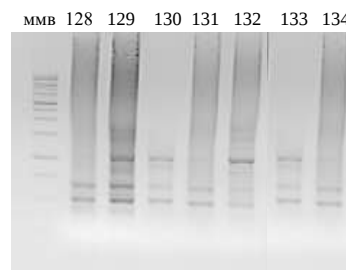
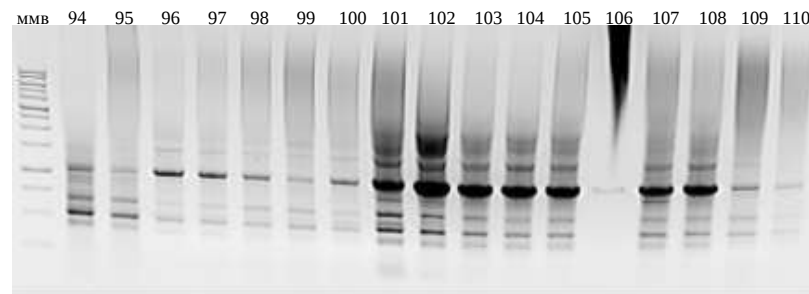
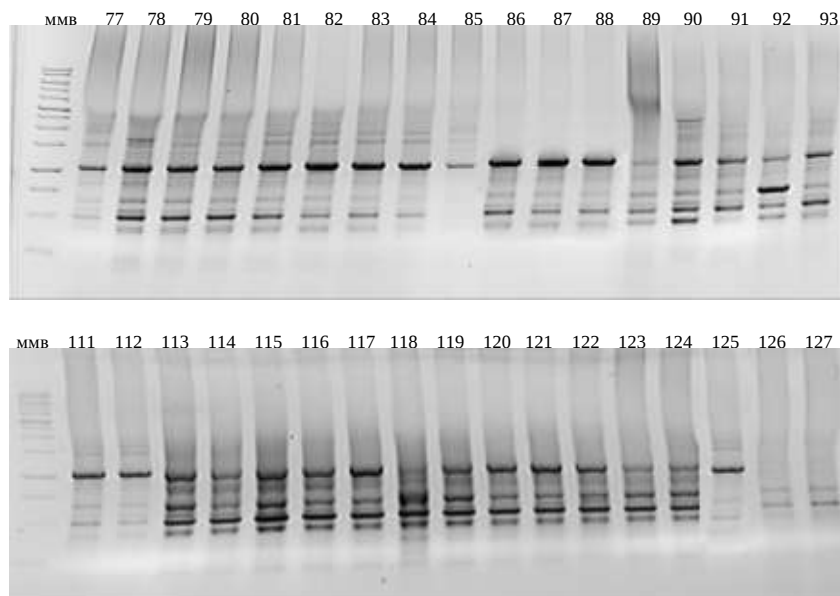


Рисунок Б114 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2303

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

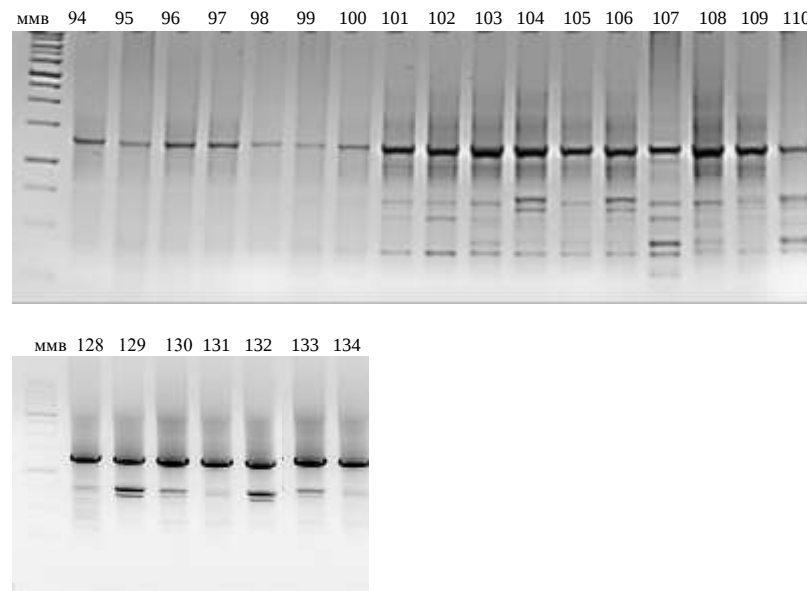
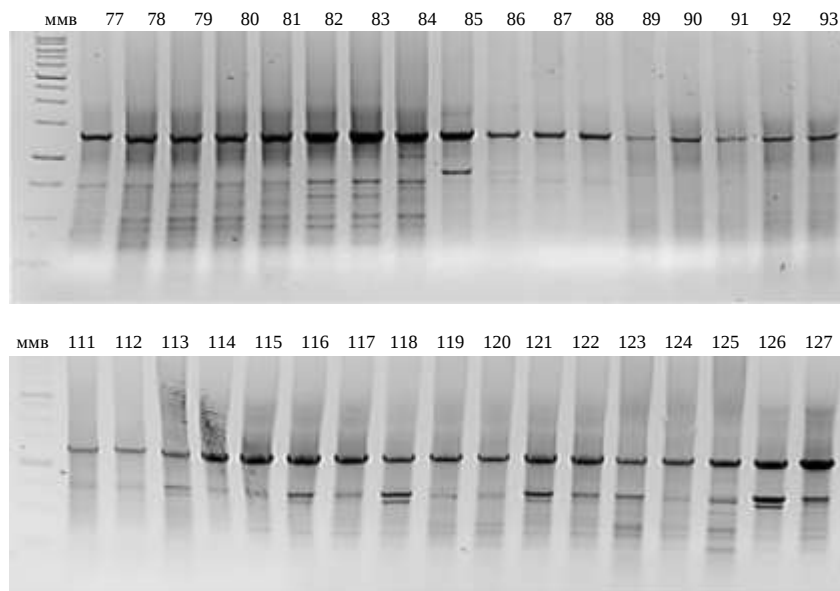


Рисунок Б115 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2339

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурио; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

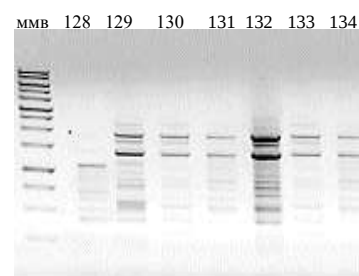
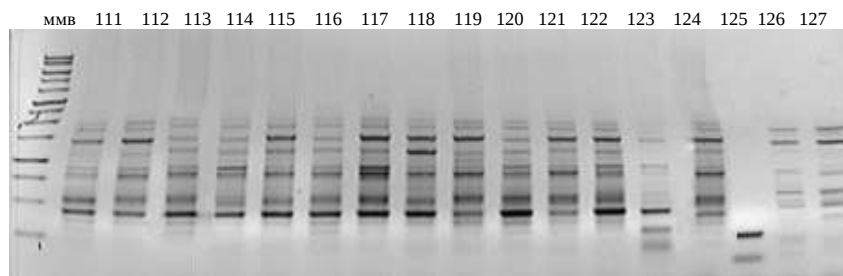
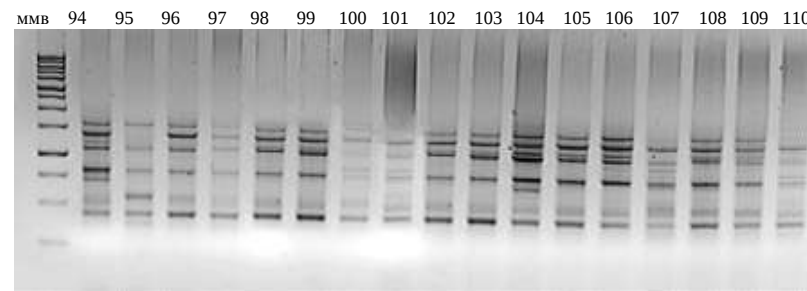
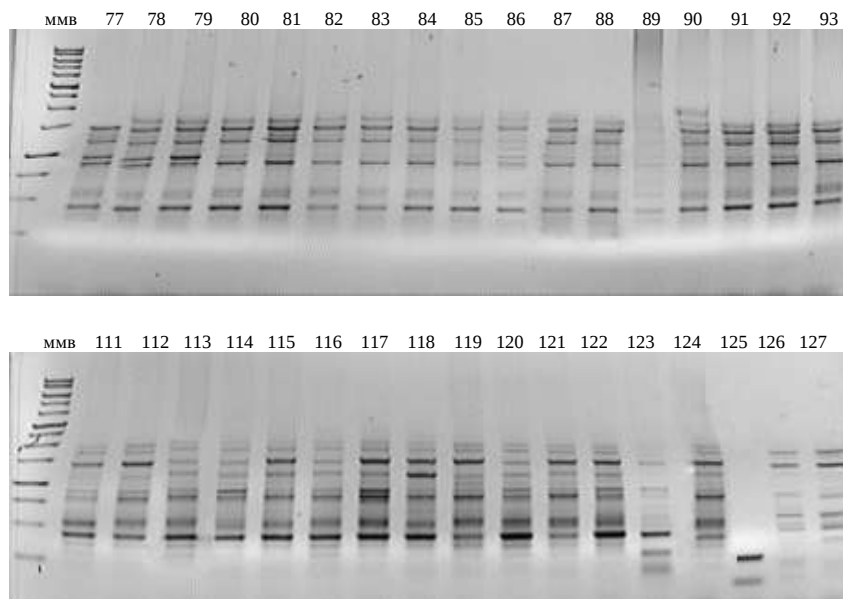


Рисунок Б116 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2341

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурию; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

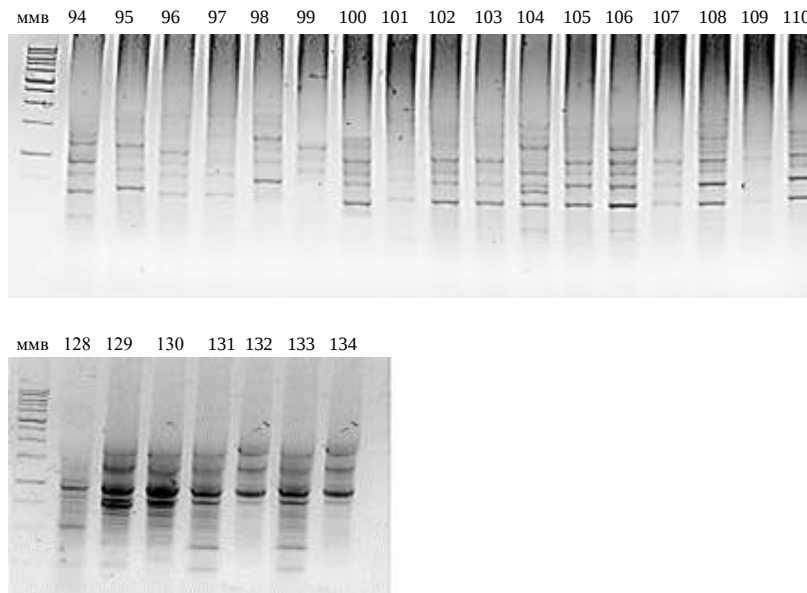
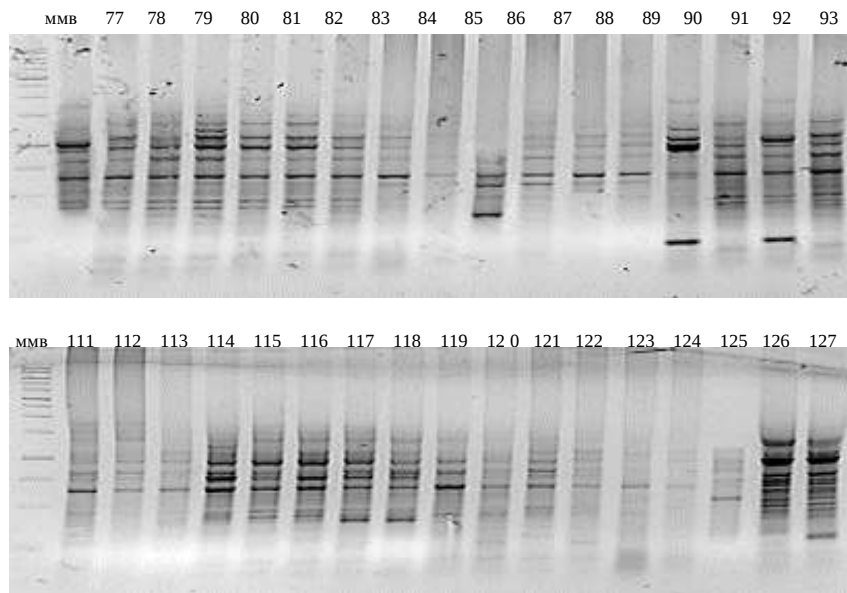


Рисунок Б117 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2306

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурию; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

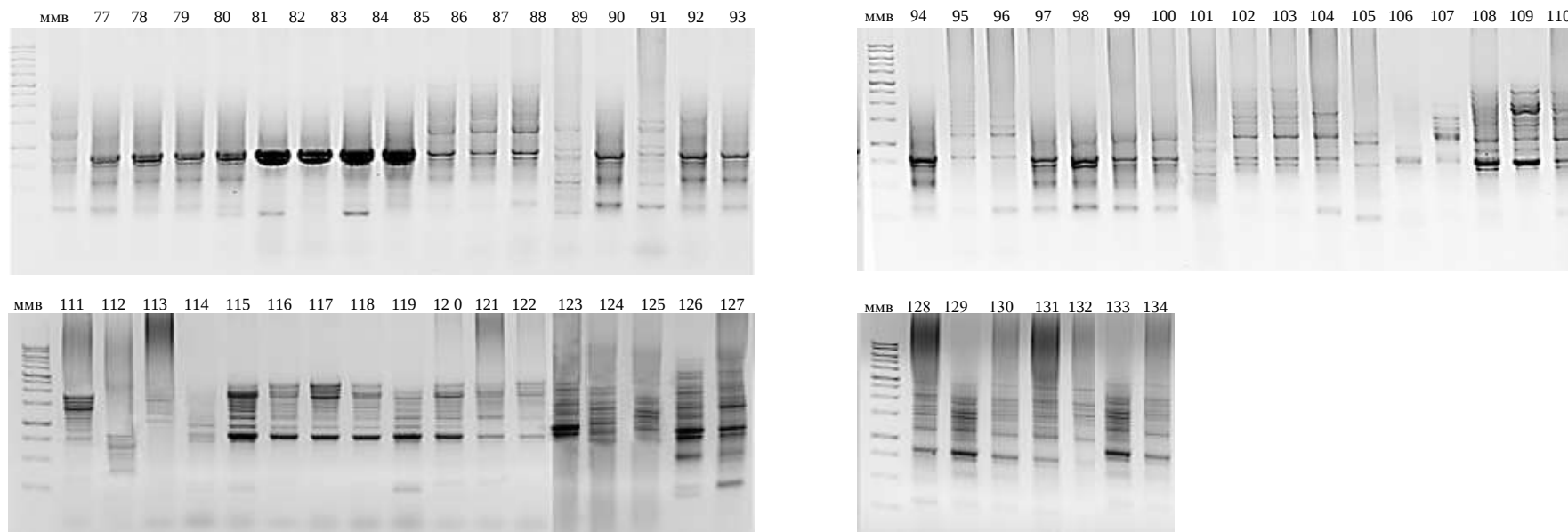


Рисунок Б118 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2346

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурию; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

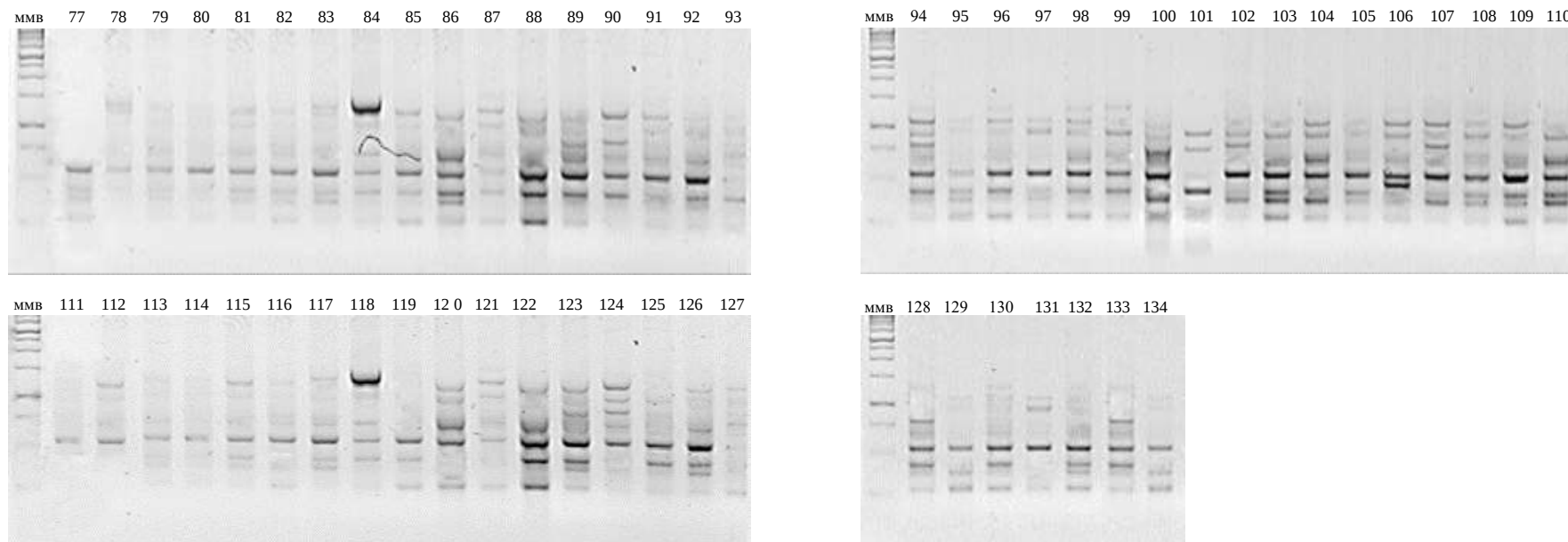


Рисунок Б119 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2321

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурию; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

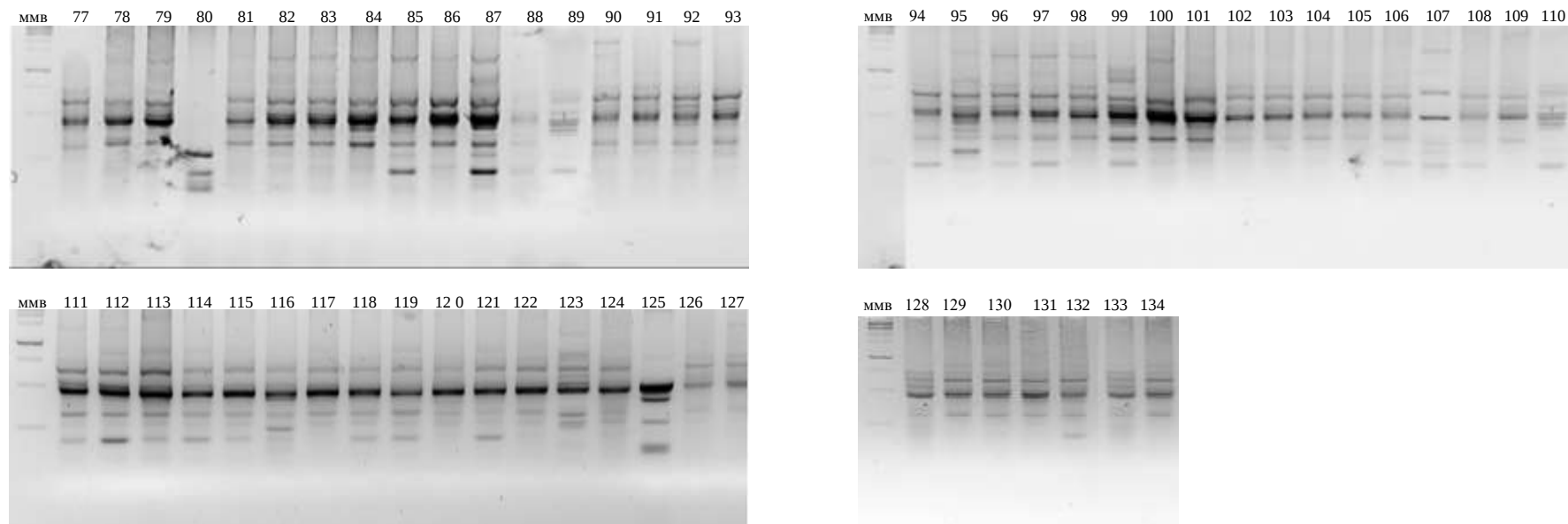


Рисунок Б120 – Визуализация продуктов амплификации iPBS-маркера 2312

Условные обозначения:

77-VA08B-85; 78-Harison; 79-SZD-7385; 80-SY Leo; 81-Паттерн; 82-Delicatesse; 83-Breuskylie; 84-Campill; 85-Хай-лайт; 86-Horley; 87-Novosadski 519; 88-Меркурию; 89-Майбрит; 90-SY Baracooda; 91-SY 215362; 92-SY 215361; 93-SY 216489; 94-Hoody; 95-524/34; 96-NB 0301-Henan; 97-Okal; 98-Purdue; 99-Жердун; 100-Berangere; 101-Плезант; 102-Aimable; 103-Conde; 104-Travelling; 105-Elektra; 106-Acton; 107-SCO 1/WA 1356/BMS; 108-IW 18-7-6-7; 109-Tukwa; 110-Me Mair 601; 111-Fakir; 112-Laser; 113-Santos; 114-Tamaris; 115-Krimhild; 116-Иней; 117-Изгрев; 118-Вежен; 119-75777/75; 120-59-86-59; 121-OB.154.1-70/22425 CMB 74 A; 122-Hamber; 123-Sigra Gralo; 124-Адалина; 125-Pamol; 126-RT-570; 127-Зимний; 128-Буслик; 129-Okeane; 130-Juka; 131-Уши; 132-Восход; 133-Девятый вал; 134-561/292.

Матрица генетических дистанций 24 генотипов озимого ячменя обработанных мутагенами

Бронскайли+НММ 1:3000-6 ч.	Бронскайли+НММ 1:2000-12 ч.	Бронскайли+НММ 1:2000-6 ч.	Бронскайли+НММ 1:2500-18 ч.	Шампи НЭМ1:3000- 12ч.	Фараон НЭМ 1:3000 12 ч./102М/№93760	Иосиф+НММ 1:2000-6 ч.	Иосиф 1:2000-18 ч.	Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.	Стратег+НММ 1:3000- 6 ч.	Спринтер+НЭМ 1:2000-6 ч./Гор-	Иосиф 1:2500-18 ч.	Иосиф+НММ 1:2500-6 ч.	Стратег+НММ 1:2500- 6 ч.	Стратег+НММ 1:2500- 18 ч.	Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.	Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.	Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.	Каррера НЭМ 1:3000- 24 ч.	Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.	Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.	Иосиф+НММ 1:3000-6 ч.	Бронскайли+НММ 1:3000-12 ч.	Михайло НЭМ 1:3000- 24 ч.	
0																								Бронскайли+НММ 1:3000 6 ч.
149	0																							Бронскайли+НММ 1:2000 12 ч.
178	135	0																						Бронскайли+НММ 1:2000-6 ч.
195	136	121	0																					Бронскайли+НММ 1:2500-18 ч.
199	162	149	130	0																				Шампи НЭМ1:3000-12ч.
207	192	187	172	148	0																			Фараон НЭМ 1:3000 12 ч./102М/№93760
219	198	193	160	154	132	0																		Иосиф+НММ 1:2000-6 ч.
214	197	196	181	169	155	125	0																	Иосиф 1:2000-18 ч.
213	192	199	172	186	170	140	139	0																Белогорыч/Платон+НММ 1:3000-6 ч.
214	209	190	185	179	173	153	146	127	0															Стратег+НММ 1:3000-6 ч.
218	197	192	189	183	185	167	170	161	114	0														Спринтер+НЭМ 1:2000-6 ч./Гор- дей+НЭМ 1:3000-12 ч.
221	194	189	188	194	210	190	173	174	139	131	0													Иосиф 1:2500-18 ч.
224	209	208	197	191	213	185	182	181	180	170	149	0												Иосиф+НММ 1:2500-6 ч.
223	206	203	204	208	210	194	191	206	175	179	192	159	0											Стратег+НММ 1:2500-6 ч.
229	204	211	214	190	222	198	195	222	183	183	178	177	94	0										Стратег+НММ 1:2500-18 ч.
237	220	229	216	208	220	194	203	206	195	181	188	189	136	126	0									Белогорыч/Платон+НММ 1:2000-6 ч.
236	207	218	219	209	215	189	206	205	182	186	207	214	179	149	123	0								Рубеж НЭМ 1:1500-6 ч.
219	222	235	226	212	204	232	237	242	227	227	234	243	226	220	232	227	0							Рубеж НЭМ 1:3000-24 ч.
225	226	239	226	218	200	230	231	238	229	223	224	227	238	220	232	215	132	0						Каррера НЭМ 1:3000-24 ч.
226	233	238	239	207	203	231	228	223	206	212	233	226	233	225	225	222	149	99	0					Достойный НЭМ 1:1500-6 ч.

222	217	232	225	225	213	231	230	231	214	206	227	236	217	215	213	220	145	131	112	0					Достойный НЭМ 1:3000-12 ч.
234	233	240	237	219	221	231	224	231	226	208	219	232	245	221	217	212	167	151	130	114	0				Иосиф+НММ 1:3000-6 ч.
235	234	237	228	208	218	230	221	234	223	209	214	211	234	218	222	235	168	170	147	143	123	0			Бронскайли+НММ 1:3000 12 ч.
228	227	232	231	213	215	223	210	229	232	220	209	206	235	227	229	234	179	161	166	182	146	101	0		Михайло НЭМ 1:3000-24 ч.

Матрица генетических дистанций 30 генотипов озимого ячменя современной российской селекции

Стратег	Спринтер	Рубеж	Молот	Ларец	Вася	Иосиф	Каррера	Лайс	Шелк	Сельхоз	Серп	Сармат	Агродеум 21	Агродеум 11	Жигули	Гордей	Самсон	Тимофей	Ерема	Юрий	Версаль	Мир	Хорс	Павел	Федор	Романс	Сатурн	Преемник	Платон	
0																														Стратег
139	0																													Спринтер
168	139	0																												Рубеж
170	161	128	0																											Молот
172	151	134	118	0																										Ларец
180	167	142	136	128	0																									Вася
186	179	174	170	132	130	0																								Иосиф
182	167	184	184	162	140	122	0																							Каррера
196	173	170	184	192	178	162	138	0																						Лайс
182	193	184	184	184	168	152	148	120	0																					Шелк
199	198	191	187	195	185	169	155	121	121	0																				Сельхоз
205	202	189	197	195	201	187	185	145	149	124	0																			Серп
199	206	199	205	203	195	191	187	169	167	158	126	0																		Сармат
232	225	226	222	226	224	204	210	184	182	177	163	145	0																	Агродеум 21
222	219	216	208	212	210	204	216	200	190	179	189	149	120	0																Агродеум 11
214	223	224	218	226	220	208	214	204	178	191	181	175	156	110	0															Жигули
213	220	217	209	221	221	203	215	215	195	200	198	184	175	167	141	0														Гордей
198	221	216	200	230	212	220	212	208	216	215	213	201	196	224	192	187	0													Самсон
187	218	199	209	209	211	215	201	201	203	210	230	208	197	221	209	192	129	0												Тимофей
176	209	196	198	218	220	194	198	194	194	189	207	207	206	226	208	205	136	107	0											Ерема
184	211	206	196	220	202	202	196	192	212	187	217	211	204	224	210	201	148	133	116	0										Юрий
197	202	217	205	221	215	209	195	195	207	184	226	220	203	225	215	220	165	156	131	137	0									Версаль
204	229	220	218	224	216	244	226	212	222	209	213	217	210	230	228	215	182	173	164	168	141	0								Мир
205	214	205	211	211	203	203	203	205	203	180	206	206	207	211	219	192	175	150	163	171	186	151	0							Хорс
199	224	219	203	235	209	221	213	199	191	182	202	194	195	209	197	194	183	186	179	175	174	163	166	0						Павел
205	236	221	227	233	221	209	219	207	191	198	202	196	191	209	199	194	207	182	183	173	186	181	178	118	0					Федор
214	243	222	216	238	210	218	222	226	208	209	215	209	202	222	198	215	192	183	178	182	185	172	181	123	131	0				Романс
213	232	245	249	249	229	223	221	229	223	224	226	234	229	245	215	222	213	200	185	179	194	191	196	160	158	143	0			Сатурн
214	237	244	238	252	234	230	228	228	236	229	233	225	224	224	210	213	212	207	210	190	191	196	221	187	179	160	127	0		Преемник
228	243	244	248	260	242	246	246	232	230	219	247	239	220	228	236	227	206	193	204	200	211	204	175	201	205	210	195	210	0	Платон

Матрица генетических дистанций 9 генотипов озимого ячменя устаревшей российской селекции

Циклон	Силуэт	Радикал	Бастион	Козырь	Михайло	Кондрат	Хуторок	Добрыня	
0									Циклон
142	0								Силуэт
144	90	0							Радикал
150	122	94	0						Бастион
156	120	114	112	0					Козырь
152	142	134	118	88	0				Михайло
161	157	139	127	99	83	0			Кондрат
140	148	150	128	100	100	71	0		Хуторок
152	152	142	136	122	114	89	66	0	Добрыня

Матрица генетических дистанций 13 генотипов селекционных линий озимого ячменя

КА-7	КА-5 x КА-3	КА-12	Гордей x КА-6	Хуторок x КА-1	КА-3 X КА-5	Садко x Скарпия	ZG-5	КА-3 x Спринтер	КА-1 x Спринтер	(КА-3 x Ларец) x Спринтер	AS 070418	КА-2 x КА-12	
0													КА-7
105	0												КА-5 x КА-3
120	87	0											КА-12
130	117	90	0										Гордей x КА-6
141	132	123	107	0									Хуторок x КА-1
131	144	137	117	84	0								КА-3 X КА-5
145	132	127	111	114	94	0							Садко x Скарпия
164	151	146	146	133	117	121	0						ZG-5
169	160	151	139	140	128	108	103	0					КА-3 x Спринтер
179	176	169	159	158	142	132	107	84	0				КА-1 x Спринтер
158	165	160	166	169	163	143	132	131	105	0			(КА-3 x Ларец) x Спринтер
177	170	169	159	164	164	152	149	126	104	111	0		AS 070418
179	174	167	171	166	162	150	153	118	130	135	82	0	КА-2 x КА-12

Матрица генетических дистанций 58 генотипов озимого ячменя зарубежной селекции

Срока	VA08B-85	Harison	SZD-7385	SY Leoo	Паттерн	Delicatesse	Breuskylie	Campill	Хайлайт	Horley	Novosadski 519	Меркурио	Майбриг	SY Baracooda	SY 215362	SY 215361	SY 216489	Hoody	524/34	NB 0301-Henan	Okal	Purdue	Жердун	Berangere	Плезант	Aimable	Conde	Travelling	Elektra	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
1	0																												VA08B-85	
2	169	0																											Harison	
3	197	140	0																										SZD-7385	
4	199	188	140	0																									SY Leoo	
5	299	304	296	312	0																								Паттерн	
6	208	209	185	159	315	0																							Delicatesse	
7	228	243	209	195	321	114	0																						Breuskylie	
8	226	225	193	183	319	150	156	0																					Campill	
9	227	240	238	222	322	207	177	163	0																				Хайлайт	
10	235	256	242	212	324	229	207	205	146	0																			Horley	
11	253	260	256	232	332	239	223	229	198	168	0																		Novosadski 519	
12	221	238	246	222	320	233	225	217	188	168	150	0																	Меркурио	
13	253	242	244	246	324	247	249	241	224	210	218	188	0																Майбриг	
14	244	237	225	231	333	250	256	254	235	243	241	217	195	0															SY Baracooda	
15	243	228	220	220	310	229	243	247	240	244	250	224	196	157	0														SY 215362	
16	251	240	246	236	314	245	261	263	258	256	248	236	220	177	132	0													SY 215361	
17	229	222	226	230	324	259	255	253	244	262	246	228	228	191	166	136	0												SY 216489	
18	238	235	235	243	313	254	258	256	259	255	271	251	245	252	241	243	223	0											Hoody	
19	245	248	252	244	302	255	263	259	262	262	274	264	270	265	238	262	236	231	0										524/34	
20	249	274	246	242	294	259	261	247	272	246	274	276	264	273	250	276	270	239	152	0									NB 0301-Henan	
21	222	227	253	249	311	266	266	244	237	247	269	237	239	240	241	249	237	176	229	231	0								Okal	
22	239	228	244	234	318	261	267	265	256	262	252	222	236	241	244	250	240	191	228	254	173	0							Purdue	
23	228	221	241	237	305	248	254	280	253	259	271	237	239	230	243	255	239	188	229	255	196	131	0						Жердун	
24	219	218	234	228	306	245	253	265	242	266	270	220	246	235	238	252	230	209	222	242	211	168	111	0					Berangere	
25	226	235	237	235	309	234	244	240	231	253	261	231	229	234	245	239	231	204	207	257	180	197	152	133	0				Плезант	
26	235	252	256	244	324	251	261	255	248	258	272	252	238	237	240	260	252	229	242	260	217	210	181	168	139	0			Aimable	
27	219	230	248	226	302	251	263	247	262	254	272	244	242	259	244	250	260	211	244	252	205	200	201	192	183	158	0		Conde	
28	245	266	262	238	304	253	255	257	262	254	260	250	256	249	246	250	274	243	242	230	223	218	229	220	227	212	182	0	Travelling	
29	257	258	260	256	296	265	263	277	270	260	276	258	268	239	250	244	256	229	236	254	243	220	243	234	233	220	214	156	0	Elektra
30	282	265	269	275	307	282	274	280	267	267	285	253	249	252	235	255	267	258	243	263	250	241	240	229	250	237	223	181	153	Acton

[illegible]

Сторока	VA08B-85	Harrison	SZD-7385	SY Leo	Патерн	Delicatesse	Breuskylie	Campl	Хайлайт	Horley	Novosadski 519	Меркурио	Майбригг	SY Baracooda	SY 215362	SY 215361	SY 216489	Hoody	524/34	NB 0301-Henan	Okal	Purdue	Жерлун	Berangere	Плезант	Aimable	Conde	Travelling	Elektra	
31	261	248	250	258	288	285	285	271	280	272	282	252	248	225	244	244	244	259	232	252	249	240	251	232	241	236	230	190	176	SCO 1/WA 1356/BMS
32	262	261	265	263	307	264	250	274	265	251	261	233	239	220	249	257	253	256	227	249	252	239	238	225	232	233	231	203	189	IW 18-7-6-7
33	252	277	267	269	311	280	282	288	267	259	265	247	249	234	253	263	253	262	239	247	224	249	242	225	220	235	213	199	187	Tukwa
34	263	288	258	250	294	281	273	277	274	258	268	234	250	237	248	252	262	247	226	248	235	244	245	244	221	224	208	182	198	Me Mair 601
35	259	264	260	260	306	269	275	285	264	280	282	252	238	239	248	252	262	237	246	256	225	238	227	228	211	206	198	202	196	Fakir
36	230	255	255	265	309	270	268	276	247	253	263	235	237	250	259	261	251	234	245	243	214	235	242	231	222	223	203	211	217	Laser
37	206	215	229	231	301	244	232	244	247	253	259	253	243	258	237	245	245	240	225	235	220	241	240	237	210	221	211	245	247	Santos
38	206	221	237	245	311	246	242	254	237	239	245	241	231	252	239	249	261	232	235	249	214	239	238	239	218	217	217	249	245	Tamaris
39	217	248	252	242	316	259	259	257	238	258	248	238	244	259	272	274	248	247	236	242	227	238	249	230	227	238	240	254	264	Krimhild
40	261	266	258	250	326	257	265	263	264	270	278	296	274	263	278	272	280	261	256	254	265	288	285	286	265	276	270	268	270	Иней
41	273	274	274	236	334	265	277	279	270	260	260	272	264	275	274	286	290	269	232	238	247	262	269	280	255	256	264	256	264	Изгрев
42	279	284	282	252	328	273	291	273	278	286	272	276	288	287	284	288	292	263	242	234	257	256	283	292	279	272	276	268	270	Вежен
43	278	281	279	251	343	272	292	280	291	275	285	283	281	288	285	301	303	266	261	241	268	273	286	289	284	283	271	291	283	75777/75
44	284	285	285	251	341	278	286	294	277	269	265	267	253	272	269	269	275	258	253	247	264	251	274	269	270	271	269	267	273	59-86-59
45	284	291	281	255	345	256	276	282	277	277	279	273	273	270	265	267	275	268	263	253	250	269	284	269	258	283	277	269	275	OB.154.1-70/22425 CMB 74 A
46	263	298	288	254	350	259	267	267	260	270	262	276	280	277	272	266	286	281	274	256	249	284	281	270	253	276	276	268	274	Hamber
47	278	279	269	257	327	266	278	276	283	295	279	287	277	272	285	267	287	274	255	255	242	263	272	259	250	271	257	257	267	Sigra Gralo
48	276	303	281	257	333	272	288	294	283	289	281	287	261	282	265	277	289	254	253	259	240	253	272	245	260	263	263	249	255	Адалина
49	238	261	257	229	305	248	276	270	255	257	261	257	233	248	241	255	269	244	245	231	228	215	242	235	220	229	225	243	257	Pamol

Строка																															
	Acton	SCO 1/WA 1356/BMS	IW 18-7-6-7	Tukwa	Me Mair 601	Fakir	Laser	Santos	Tamaris	Krimhild	Иней	Изгрев	Вежен	75777/75	59-86-59	OB.154.1-70/22425 CMB 74 A	Hamber	Sigra Gralo	Адалина	Ramol	PT-570	Зимний	Буслик	Okeane	Juka	Уши	Восход	Девятый вал	561/292		
31	137	0																											SCO 1/WA 1356/BMS		
32	152	127	0																										IW 18-7-6-7		
33	182	167	156	0																									Tukwa		
34	193	168	145	125	0																								Me Mair 601		
35	203	186	177	161	132	0																							Fakir		
36	218	213	194	176	161	141	0																						Laser		
37	246	235	242	226	247	231	224	0																					Santos		
38	252	243	240	232	243	237	222	116	0																				Tamaris		
39	275	252	255	245	244	252	231	177	167	0																			Krimhild		
40	291	260	257	259	268	270	271	227	219	190	0																		Иней		
41	267	268	271	255	264	266	271	245	237	226	168	0																	Изгрев		
42	287	266	271	271	272	290	269	257	265	236	188	136	0																Вежен		
43	296	285	288	282	279	277	278	272	266	257	191	141	121	0															75777/75		
44	272	267	276	258	257	271	264	258	258	247	223	173	165	144	0														59-86-59		
45	276	277	272	280	271	279	282	266	262	265	227	199	205	194	140	0													OB.154.1-70/22425 CMB 74 A		
46	289	286	285	271	270	296	295	259	249	262	230	206	204	195	177	159	0												Hamber		
47	296	279	278	276	271	263	278	248	256	253	239	211	203	202	172	176	175	0											Sigra Gralo		
48	262	263	266	260	267	257	280	244	248	243	267	247	241	228	218	214	209	168	0										Адалина		
49	270	257	242	252	247	255	246	226	224	217	265	241	257	240	228	236	221	206	158	0									Ramol		
50	257	254	235	245	240	240	249	221	225	206	244	246	252	231	221	213	202	215	185	145	0								PT-570		
51	275	272	275	247	256	272	243	259	269	294	308	316	312	317	303	293	302	293	297	263	274	0							Зимний		
52	276	293	284	258	257	273	258	246	256	251	291	307	295	300	284	294	275	270	300	262	253	259	0						Буслик		
53	275	280	257	271	276	274	279	245	255	272	272	258	252	253	259	263	258	261	255	247	226	286	291	0					Okeane		
54	284	285	270	274	283	277	274	246	242	263	275	271	275	262	256	252	253	248	250	236	235	285	296	173	0				Juka		
55	233	238	237	227	218	240	219	227	227	234	250	262	252	257	269	265	266	273	251	235	238	248	243	248	239	0			Уши		
56	238	247	244	250	231	249	230	226	240	249	265	267	255	276	252	264	295	260	250	234	249	281	274	245	254	175	0		Восход		
57	279	282	269	245	258	276	257	261	265	258	292	300	298	303	295	293	298	261	297	253	240	266	159	280	287	252	283	0	Девятый вал		
58	245	242	255	251	244	244	247	219	227	244	250	242	258	259	261	269	280	255	261	225	256	272	277	248	261	188	157	286	0	561/292	

Строка	V A08B-85	Harrison	SZD-7385	SY Leo	Паттерн	Delicatesse	Breuskylie	Campill	Хайлайт	Horley	Novosadski 519	Меркурио	Майбриг	SY Baracooda	SY 215362	SY 215361	SY 216489	Hoody	S24/34	NB 0301-Henan	Okal	Purdue	Жердун	Berangere	Плсзант	Aimable	Conde	Travelling	Elektra	Acton	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
50	237	250	256	248	332	269	269	269	256	266	256	238	234	255	254	268	252	235	258	262	231	228	251	226	217	240	222	258	260	257	PT-570
51	267	284	280	278	304	277	279	297	286	276	302	274	290	289	286	290	286	267	266	296	265	278	285	272	265	278	264	274	274	275	Зимний
52	250	285	289	277	307	290	284	278	299	299	287	261	303	286	287	291	285	268	275	277	256	247	252	241	248	293	259	265	277	276	Буслик
53	277	274	290	276	318	279	271	271	276	268	266	262	276	277	266	290	276	275	220	238	277	260	269	260	267	266	270	262	276	275	Okeane
54	282	269	283	289	319	260	280	276	283	275	291	275	267	282	273	271	273	270	245	255	274	271	274	265	272	289	289	263	285	284	Juka
55	221	232	224	248	306	257	285	263	270	266	272	248	254	245	246	260	250	221	192	230	225	226	235	232	205	238	222	226	220	233	Уши
56	250	265	249	255	305	272	274	264	259	257	273	255	261	268	257	265	249	224	165	181	222	223	242	247	228	245	253	221	243	238	Восход
57	265	284	284	290	296	289	283	283	288	280	288	264	288	273	282	284	284	265	270	286	265	258	245	240	229	264	244	266	278	279	Девятый вал
58	257	258	250	236	316	273	281	265	276	262	272	268	264	265	268	276	262	239	130	178	227	238	257	256	237	270	244	230	232	245	561/292

Скриншот с сайта ФГБУ «Госсорткомиссия»
подтверждающий получение патента на сорт озимого ячменя Агродеум 11

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'gossortrf.ru' and the page title 'АГРОДЕУМ 11'. The website has a dark green header with navigation links: 'ГЛАВНАЯ', 'ГОССОРТКОМИССИЯ', 'ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ', 'СОРТОСПЫТАНИЯ', 'ДОКУМЕНТЫ', 'ПРЕССА', and 'КОНТАКТЫ'. The main content area features the title 'АГРОДЕУМ 11' and a link '← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД'. Below this is a section titled 'Общая информация' with the following details:

- Культура: Ячмень озимый (*Hordeum vulgare* L.)
- Группа: Зернофуражные
- Код сорта: B154839
- Автор(ы): БОЖКО ЕЛЕНА СЕРГЕЕВНА; ПИВЕНЬ МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ; РЕПКО НАТАЛЬЯ ВАЛЕНТИНОВНА; СМЕРГОВА ЕЛИЗАВЕТА ВАЛЕРЬЕВНА; СУХИНИНА КСЕНИЯ ВАДИМОВНА; ШЕВЦОВ ВИКТОР МИХАЙЛОВИЧ

Below the general information is a section titled 'Патент' with the following details:

- Номер заявки на охрану: 77767
- Дата регистрации заявки на охрану: 25 декабря 2018г.
- Патентообладатель(и): ФГБОУ ВО 'КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т.ТРУБИЛИНА' (350044, г. КРАСНОДАР, ул. КАЛИНИНА, 13)
- Дата регистрации патента: 14 ноября 2022г.
- Номер патента: T2421
- Расчетная дата окончания: 31 декабря 2052г.
- Сумма пошлины за текущий (3) год поддержания: 1 320,00 Р руб. Срок оплаты до 30.06.2025. В случае неоплаты действие патента прекращается. [Распечатать образец платежного поручения](#)

Скриншот с сайта ФГБУ «Госсорткомиссия»
подтверждающий получение патента на сорт озимого ячменя Агродеум 21

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'gossortrf.ru' and the page title 'АГРОДЕУМ 21'. The website has a dark green header with navigation links: 'ГЛАВНАЯ', 'ГОССОРТКОМИССИЯ', 'ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ', 'СОРТОИСПЫТАНИЯ', 'ДОКУМЕНТЫ', 'ПРЕССА', and 'КОНТАКТЫ'. The main content area features the title 'АГРОДЕУМ 21' and a link '← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД'. Below this is a section titled 'Общая информация' with a list of details: Culture (Winter barley), Group (Grain forage), Variety code (7853570), and Authors (Mal'tseva Daria, Mokrikov Grigoriy, Pivnev Mikhail, Repko Natalia, Serdyukov Dmitry, Nikolaevich, Smirnova Elizaveta, Sukhinina Kseniya). A second section titled 'Патент' (Patent) lists patent details: Application number (85772), Registration date (23 December 2021), Patent holder (Kuban State Agrarian University), Registration date of patent (16 July 2025), Patent number (14242), Expiry date (31 December 2055), and Maintenance fee status (paid).

← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД

Общая информация

- Культура: Ячмень озимый (*Hordeum vulgare* L.)
- Группа: Зернофуражные
- Код сорта: 7853570
- Автор(ы): МАЛЬЦЕВА ДАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА; МОКРИКОВ ГРИГОРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ; ПИВНЕВ МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ; РЕПКО НАТАЛЬЯ ВАЛЕНТИНОВНА; СЕРДЮКОВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ; СМИРНОВА ЕЛИЗАВЕТА ВАЛЕРЬЕВНА; СУХИНИНА КСЕНИЯ ВАДИМОВНА

Патент

- Номер заявки на охрану: 85772
- Дата регистрации заявки на охрану: 23 декабря 2021г.
- Патентообладатель(ы): ФГБОУ ВО 'КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т.ТРУБИЛИНА' (350044, Г. КРАСНОДАР, УЛ. КАЛМИНА, 13)
- Дата регистрации патента: 16 июля 2025г.
- Номер патента: 14242
- Расчетная дата окончания: 31 декабря 2055г.
- Пошлина за текущий год поддержания оплачена

Скриншот с сайта ФГБУ «Госсорткомиссия»
подтверждающий получение патента на сорт озимого ячменя Кубагро 100

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying "gossortrf.ru" and the page title "КУБАГРО 100". The browser interface includes navigation buttons, a search icon, and a zoom level of 75%. The website has a dark green header with navigation links: "ГЛАВНАЯ", "ГОССОРТКОМИССИЯ", "ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ", "СОРТОИСПЫТАНИЯ", "ДОКУМЕНТЫ", "ПРЕССА", and "КОНТАКТЫ".

КУБАГРО 100

[← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД](#)

Общая информация

- Культура: Ячмень озимый (*Hordeum vulgare* L.)
- Группа: Зернофуражное
- Код сорта: 7853569
- Автор(ы): МАЛЫЦЕВА ДАРИЯ АЛЕКСАНДРОВНА; ПИВЕНЬ МИХАИЛ МИХАЙЛОВИЧ; РЕПКО НАТАЛЬЯ ВАЛЕНТИНОВНА; СЕРДЮКОВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ; СМЕРНОВА ЕЛИЗАВЕТА ВАЛЕРЬЕВНА; СУХИЯНИНА КСЕНИЯ ВАДИМОВНА

Р Патент

- Номер заявки на охрану: 85771
- Дата регистрации заявки на охрану: 23 декабря 2021г.
- Патентообладатель(и): ФГБОУ ВО "КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.Т.ТРУБИЛИНА" (350044, Г. КРАСНОДАР, УЛ. КАЛИНИНА, 13)
- Дата регистрации патента: 16 июля 2025г.
- Номер патента: 14243
- Расчетная дата окончания: 31 декабря 2055г.
- Пошлина за текущий год поддержания оплачена