

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»

На провах рукописи



Капак Юлия Владимировна

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА САХАРНОЙ
СВЕКЛЫ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ГИБРИДОВ,
УСТОЙЧИВЫХ К ЦВЕТУШНОСТИ И ХОЛОДОВОМУ СТРЕССУ

4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель
доктор сельскохозяйственных наук
Логвинов Алексей Викторович

Краснодар – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЦВЕТУШНОСТИ И ХОЛОДУ (литературный обзор)	9
1.1 Морфобиологические особенности сахарной свеклы	9
1.2 История развития селекции сахарной свеклы в России	13
1.3 Цветущность сахарной свеклы, причины возникновения, диагностика и методы селекционной работы по созданию устойчивых форм	20
1.4 Изучение устойчивости селекционного материала сахарной свеклы к низким температурам	29
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	34
2.1 Почвенно-климатические условия в годы проведения опытов	34
2.2 Характеристика объектов исследований	44
2.3 Методика и схема исследований устойчивости селекционных материалов сахарной свеклы к цветущности и холодовому стрессу	46
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА	53
3.1 Оценка селекционного материала сахарной свеклы по признаку цветущности и отбор устойчивых форм	53
3.1.1 Изучение продуктивности гибридов сахарной свеклы и оценка по признаку цветущности в погодных условиях Республики Беларусь	73
3.1.2 Использование молекулярных маркеров для оценки устойчивости сахарной свеклы к цветущности	81
3.2 Реакция гибридов и линий сахарной свеклы на холодовой стресс при проращивании и отбор холодоустойчивых форм	86
3.3 Тератные формы у сахарной свеклы, причины возникновения и фенотипическое проявление в онтогенезе	92
ГЛАВА 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	111
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	112
ПРИЛОЖЕНИЯ	130

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Конкурентоспособность гибридов сахарной свеклы российской селекции в контексте спроса ведущих хозяйств в течение последних 20 лет остается низкой: большинство отечественных гибридов остались не востребованы рынком, в первую очередь, в силу неочевидности преимуществ перед гибридами лидирующих зарубежных компаний. Одной из важнейших задач в селекции сахарной свеклы является создание гибридов нового типа, обладающих комплексом ценных хозяйственных признаков, способных реализовывать заложенный потенциал в различных климатических условиях, способных снизить импортозависимость от иностранных поставщиков семян сахарной свеклы (Вострухин, 2005; Щеголихина, 2018; Хайко, 2021; Логвинов, 2020).

В сложившихся новых экономических отношениях наблюдается потребность в расширении площадей, занятых гибридами сахарной свеклы отечественной селекции. В Краснодарском крае около 90 % площадей, отведенных под сахарную свеклу, занято иностранными гибридами (Моисеев, 2018; 2019). Причиной масштабного распространения семян сахарной свеклы зарубежной селекции является технологичность семян, способность реализовывать продуктивный потенциал в различных неблагоприятных погодных условиях.

На сегодняшний день выгодным, востребованным и экологически безопасным способом борьбы с заболеваниями сахарной свеклы в условиях неблагоприятных факторов среды является индивидуальный отбор и получение разнообразного исходного материала с использованием современных селекционно-генетических маркеров. Учитывая сложную наследуемость и неоднозначную генетическую обусловленность признаков и свойств, определяющих продуктивность данной культуры, важно знать взаимосвязи между признаками, характер и направления их изменчивости (Буренин, 2019; Мирзаева, 2020; Герр, 2022).

Основные цели селекции сахарной свеклы включают повышение устойчивости к преждевременному цветению, различным заболеваниям и насекомым-вредителям, улучшение морозостойкости и скороспелости сортов, обеспечение высокого уровня урожайности и качества конечной продукции. Чтобы создать гибриды сахарной свеклы, стабильно демонстрирующие важные биологические и

хозяйственные признаки независимо от особенностей почвы и климата, важно проводить тщательную оценку родительских форм с использованием новейших методик генетической диагностики. Важнейшие требования при такой оценке заключаются в следующем: генетически разные особи исследуются в идентичных условиях (на одной опытной площадке), тогда как генетически однородные образцы изучают в разных регионах с различными условиями среды. Такой подход позволяет выявить в популяциях генотипы, обладающие широкими адаптивными возможностями к разнообразным условиям выращивания (Жужжалова, 2006; Богомол, 2010; Невмержицкая, 2016; Евсеева, 2017; Асаналиев, 2018).

Рассмотрение данной проблемы актуально и требует применения современных, расширенных методов исследования, наиболее углубленному изучению исходного селекционного материала, разработки быстрых и эффективных мероприятий, снижающих влияние неблагоприятных факторов внешней среды на рост и развитие растений сахарной свеклы. Решению таких проблем и посвящена данная работа.

Цель исследования – разработать метод тестирования и отбора селекционного материала сахарной свеклы по признаку нецветушности и холодостойкости и на их основе создать новые устойчивые гибриды.

Задачи исследования:

1. Изучить и разработать эффективные способы оценки и отбора селекционного материала по устойчивости к цветущности и низким положительным температурам.
2. Оценить селекционный материал сахарной свеклы (гибриды, МС линии, линии О-типа, линии-опылители) по устойчивости к цветущности классическими методами в сочетании с молекулярно-генетическими.
3. Разработать современный метод тестирования исходного селекционного материала сахарной свеклы на устойчивость к цветущности и холодовому стрессу и определить критерии их оценки.
4. Изучить взаимосвязь холодостойкости и нецветушности образцов сахарной свеклы при проращивании в термостате при пониженных температурах;
5. Создать гибриды сахарной свеклы, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков, с устойчивостью к цветущности и изучить их в производ-

ственных условиях на территории сельскохозяйственных предприятий в Краснодарском и Ставропольском краях и естественных провокационных условиях на территории Республики Беларусь.

Научная новизна результатов исследований. Впервые в условиях Центральной зоны Краснодарского края проведен скрининг селекционного материала сахарной свеклы по устойчивости к цветущности с использованием провокационных фонов. Получены и включены в Государственный реестр самоопыленные линии Оп 5046, Оп 5121П99/96, МС А-1х11301, МС11348х11301 и на их основе созданы высокопродуктивные гибриды сахарной свеклы, устойчивые к цветущности и холодовому стрессу Корвет и Престиж, обеспечивающие сбор сахара с 1 га на уровне 11,4–12,0 т/га (приложение Г), проведена оценка их продуктивности и устойчивости к цветущности в различных почвенно-климатических условиях.

Разработаны специфические праймеры F99/R99 для гена ВТС1, регулирующего работу флоригенов FT1/FT2, позволяющие эффективно идентифицировать устойчивые к цветущности генотипы сахарной свеклы. Проведенные молекулярно-генетические исследования подтвердили результаты, полученные классическими методами селекции.

Получен патент № 2798236 «Способ получения гибридных семян сахарной свеклы» и Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023623582 Российская Федерация. Тератные формы у сахарной свеклы. Каталог образов: № 2023623363, позволяющая классифицировать нарушения развития, происходящие в онтогенезе у селекционных материалов сахарной свеклы. Установлено, что провокационные условия позволяют выявлять и браковать генотипы, склонные к физиологическому нарушению развития (приложение В).

Методология и методы исследований. Методологической основой экспериментов являлись труды отечественных и зарубежных ученых по теме диссертационной работы в области селекции, семеноводства и агротехники сахарной свеклы.

Полученные экспериментальные данные были статистически обработаны, а результаты проанализированы. При разработке, планировании и проведении исследований использовались различные источники информации (научные статьи,

монографии и другие материалы). В ходе проведения экспериментов использовался системный подход.

Методика экспериментов базировалась на теории планирования селекционных исследований, процедуре закладки полевых и лабораторных опытов и статистического анализа полученных данных.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Скрининг и отбор селекционного материала сахарной свеклы по устойчивости к цветущности с использованием провокационных фонов.
2. Создание линий и на их основе высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы, устойчивых к цветущности, комплексная оценка полученных материалов различными селекционно-генетическими методами.
3. Оценка созданного селекционного материала сахарной свеклы в процессе проращивания при низких положительных температурах на ранних этапах онтогенеза, обеспечивающих создание устойчивых к холоду линий и гибридов.
4. Испытание перспективных гибридов сахарной свеклы в различных экологических пунктах и расчет экономической эффективности выращивания.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Использование в селекционных программах разработанного метода провокационных фонов, позволяет выделять генотипы сахарной свеклы, устойчивые к цветущности и на их основе целенаправленно создавать высокопродуктивные гибриды, толерантные к данному признаку. Установлена значимая доля влияния фактора отбора (56,8 %) на проявление цветущности. Интеграция классических методов селекции и методов молекулярной генетики позволяет ускорить процесс создания новых форм и гибридов сахарной свеклы, устойчивых к цветущности и снизить затраты на селекционные исследования.

В результате селекционно-генетического изучения получены новые линии сахарной свеклы, устойчивые к цветущности и холодовому стрессу, на основе которых созданы и изучены перспективные гибриды сахарной свеклы. В Государственный реестр селекционных достижений РФ включены гибриды и линии сахарной свеклы, полученные с участием автора: Корвет (Код № 8058899), Престиж

(Код № 7853741), линия СКЛ 5046 (Код № 7652803), линия СКЛ (5121 П99/96) (Код № 7754262), линия СКМС (А–1х11301) (Код № 7754263).

Степень достоверности и апробации результатов исследования. Все научные исследования выполнены в соответствии с общепринятыми методиками, научные выводы подкреплены результатами полевых и лабораторных экспериментальных данных. Результаты статистически подтверждены методом дисперсионного анализа, что позволило сделать соответствующие выводы и дать обоснованные рекомендации селекционной практике.

Основные результаты исследований докладывались на ежегодных заседаниях кафедры генетики, селекции и семеноводства факультета агрономии и экологии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» (2020–2025 гг.).

Результаты исследований представлены на Всероссийской научно-практической онлайн-конференции «Аграрная наука-сельскому хозяйству» посвященная 60-летию ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ» (Майкоп, 2021); VII Международной научной конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки». (Симферополь, 2022); 13-й Международной конференции молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур» (Краснодар, 2025); 8-й Международной научной конференции «Генетика, геномика, биоинформатика и биотехнология растений» ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, 2025).

Публикации. Основные результаты и положения диссертационной работы представлены в 13 научных статьях, в том числе 6 статей в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ, 1 статья в журнале, входящем в международную библиографическую базу данных Scopus. Получен 1 патент на способ получения гибридных семян сахарной свеклы, 1 свидетельство о регистрации базы образов тератных форм сахарной свеклы.

Личный вклад соискателя. Автор осуществлял разработку плана, формирование целей и задач исследований, а также анализ литературных источников, лич-

но участвовал в закладке и проведении полевых и лабораторных опытов, испытаниях и обработке полученных результатов. Полученные данные оформлены автором в виде научных статей, диссертационной работы и автореферата. Доля личного участия автора в научных публикациях, выполненных в соавторстве, пропорциональна количеству соавторов.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 142 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, рекомендаций для практической селекции, семеноводства и производства. Список использованной литературы содержит 183 источника, из которых 32 на иностранном языке. Диссертация содержит 19 таблиц, 23 рисунка, а также включает в себя приложения.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность за помощь в проведении исследований своему научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук А. В. Логвинову; доктору биологических наук, профессору Л. В. Цаценко за неоценимую помощь, советы и вклад в подготовку научных публикаций, а также сотрудникам лаборатории маркер-ориентированной селекции ФГБНУ «ВНИИСС имени А. Л. Мазлумова» за помощь в проведении генетических анализов.

ГЛАВА 1. СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЦВЕТУШНОСТИ И ХОЛОДУ (литературный обзор)

1.1 Морфобиологические особенности сахарной свеклы

По ботанической классификации культурная свекла принадлежит к семейству маревых, роду *Beta Vulgares* L. (Жуковский, 1964). Ареал диких форм вида *B. Vulgares* L. чрезвычайно большой. По исследованиям ученых, род *Beta* L. включает в себя от 13–19 видов этого растения (Буренин, 1990; Вострухин, 2005; Каден, 1971). Популяции дикой свеклы растут в разнообразных экогеографических условиях. Родиной дикой свеклы является Средняя Азия (Вавилов, 1935).

Сахарная свекла – одна из важнейших и высокоурожайных полевых культур, которая имеет большое народнохозяйственное значение. Кроме сахара из этого растения получают ряд побочных продуктов, таких как спирт, глицерин, лимонную кислоту для химической, парфюмерной и пищевой промышленности. Из отходов переработки (жом) производят пектиновый клей и прочие полезные вещества. Активно распространено использование сахарной свеклы, включая ее ботву, жом и мелассу, в качестве высокопитательного корма для животных.

Свекла обладает рядом морфологических признаков, которые определяют ее агрономические характеристики и устойчивость к условиям окружающей среды. Она выращивается как на богарных, так и на орошаемых полях. Требовательна к качеству почвы, теплу, влаге, воздуху, питательным веществам и другим условиям. Для дальнейшего повышения урожайности и сахаристости сахарной свеклы необходимо изучение ее морфологических и биологических особенностей.

При обычных условиях выращивания свекла характеризуется двухлетним циклом развития с плодоношением в конце второго года жизни. Полный жизненный цикл растений весьма сложный процесс и делится на возрастные периоды: латентный (период покоящихся семян), прегенеративный (развитие вегетативной сферы), генеративный (цветение и плодоношение) и постгенеративный (отмирание растений).

Период вегетации в первый год жизни составляет 150–170 дн и делится на три основных периода:

- развитие усвояющей поверхности листьев и корневой системы (1,5 мес после посевов);
- усиленный рост листьев и корнеплода (продолжается более двух месяцев);
- интенсивное накопление сахара (последний месяц вегетации).

Цикл развития растения во второй год вегетации составляет 100–120 дн.

Сахарная свекла предъявляет высокие требования к окружающей среде. Для нормального роста семян необходимы свободный доступ воздуха, подходящая температура и достаточное увлажнение почвы (влага должна составлять 120–160 % от массы семени). Оптимальная температура для прорастания семян составляет около 18...20 °С. Если температура опускается до уровня 2...5 °С, рост значительно замедляется, всходы становятся слабыми и подвержены различным болезням. Быстрее всего семена прорастают при температуре примерно +25 °С.

В первый вегетационный год свекла образует мощный корень, богатый сахаром и прикорневую розетку листьев. Корневая система является основой растения и выполняет ключевые функции для его существования. Она состоит из корней, корневых волосков и корневого стержня, которые обеспечивают свеклу необходимыми питательными веществами и водой из почвы. Корни сахарной свеклы имеют многочисленные ветвления и проникают глубоко в почву до 2 м, что позволяет растению получать достаточное количество влаги и минеральных веществ. Кроме этого, корни выполняют функцию фиксации растения в почве, предотвращая его опрокидывание под воздействием ветра или дождя. Качество корнеплодов зависит в большей степени от облиственности растения, особенно к концу роста, чем от его урожайности. Корень и листья растения составляют единый организм.

Генетики и селекционеры проводили всестороннее и детальное изучение морфобиологических признаков листа и черешка: форма, насыщенность окраски, количество листьев, размер ассимиляционной поверхности, курчавость и т. д. (Савицкий, 1927; Игнатьев, 2008).

Листья у свеклы обычно гофрированные с небольшой курчавостью. Гофрированность с возрастом листа усиливается, а в конце вегетационного периода, начинает снижаться. Цвет листовой пластинки в процессе онтогенеза постоянно изменяется. Так молодые растущие листья в начале вегетации имеют салатовую окраску, которая постепенно усиливается до темно-зеленой к концу вегетации.

Листья обеспечивают растению оптимальные условия для роста и развития. Также служат защитным барьером растения от вредителей и болезней, регулируют водный баланс и транспирацию. Для того чтобы функция листьев сахарной свеклы была максимально эффективной, необходимо обеспечить растению достаточное количество света, воды и питательных веществ. Необходимо следить за состоянием листьев и своевременно устранять любые проблемы, которые могут повлиять на их функционирование.

Климатические условия и заболевания существенно воздействуют на динамику старения и образования свежих листьев у растений. Ускоренная потеря сформировавшейся листовой с последующим ее восстановлением в условиях повышенной влажности часто сопровождается значительным снижением концентрации сахаров в корнеплодах на уровне 2–3 %. Это связано с расходом запаса сухих веществ корней на развитие молодых листьев. Особое значение приобретают листья второй волны формирования, поскольку именно они отличаются наибольшими размерами, продолжительным сроком функционирования и максимальной эффективностью фотосинтеза, обеспечивая максимальное увеличение массы корня и концентрацию сахара.

Таким образом, состояние листового покрова играет ключевую роль в жизненном цикле сахарной свеклы и влияет на урожайность культуры. При селекции важно отдавать предпочтение сортам, сохраняющим мощную и здоровую зеленую массу на протяжении всего периода роста.

Начало роста цветоносных побегов начинается через 25–27 дн после появления розетки листьев. С ростом цветоносных побегов одновременно происходит формирование соцветий. Цветки у свеклы двуполые, собраны в соцветия. Клубочки соцветий образуются густо на цветоносных побегах, преимущественно вблизи верхушки.

У многосемянной свеклы цветки размещены в пазухах обычно группами и сростаются вместе по 2–4 семени, образуя соплодия. У односемянной свеклы цветки одиночные, где каждый из них образует один плод с одним семенем. Цветение сахарной свеклы является важным этапом в ее развитии и обычно наступает в июне-июле.

Свекла относится к растениям, опыляемым перекрестным способом. Перекрестное опыление происходит благодаря открытому цветению, когда пестик и тычинки созревают практически синхронно. На поверхность каждого пестика попадает около 300–400 зерен пыльцы. Размер нормальной пыльцы у диплоидного типа свеклы ниже, чем у тетраплоидного вида. Пыльца тетраплоидной формы обладает меньшей способностью к воспроизведению потомства, и ее количество примерно на 25–40 % ниже, чем у диплоидной разновидности. Опыление и последующее оплодотворение у сортов свеклы с множественными семенами протекает стремительнее, чем у одноростковой диплоидной и тетраплоидной разновидностей. Продолжительность цветения отдельного цветка составляет порядка 6–7 ч, а всего период цветения растения – от 20 до 40 сут (Балков, 1975; Гуйда, 1982).

К числу ключевых факторов, влияющих на рост и развитие сахарной свеклы, следует отнести генетическую изменчивость, а также почвенно-климатические условия, которые играют значительную роль в формировании урожайности.

Сахарная свекла относится к растениям мезофитного типа, однако одновременно проявляет признаки галофита. Мезофильные характеристики сахарной свеклы выражены ярче при полноценном обеспечении влагой и питанием в период вегетации. Чем плодороднее почва, тем благоприятнее условия для развития сахарной свеклы как мезофитного растения.

Корни сахарной свеклы богаты углеводами и служат сырьем для сахарного производства. В состав корнеплода входят сухие (зольные и органические) вещества (20–25 %) и вода (75–80 %). Основную часть органических веществ корня составляет сахар ($C_{12}H_{22}O_{11}$), в корнеплоде его содержится 18–19 % (Бертенев, 2018). Это делает сахарную свеклу ценной сельскохозяйственной культурой для производства сахара и других продуктов. Кроме того, это растение является хорошим источником витаминов и минералов, таких как витамин С, железо, калий и магний.

Морфологические признаки сыграли немалую роль в селекции сахарной свеклы. Проведение массового, группового и индивидуального отбора по комплексу признаков позволили селекционерам увеличить урожайность, сахаристость, устойчивость к болезням и т. п.

1.2 История развития селекции сахарной свеклы в России

Селекция – мощный фактор увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Интенсивное ведение сельского хозяйства предполагает самое широкое внедрение достижений селекции в производство. Сахарная свекла является продуктом селекции. Это единственная возделываемая нами культура, которая не была известна в доисторические времена. Сахарная свекла выведена в Европе менее чем 250 лет назад путем отбора лучших сахаристых типов из кормовой свеклы, выращиваемой как кормовая культура для скота. В 1747 г. немецкий химик Андерс Сигизмунд Маргграф обнаружил, что сахар, содержащийся в корнях свеклы, идентичен тростниковому сахару. В те времена тростниковый сахар был ценным и дорогим предметом торговли в мире. Маргграф предвидел возможность использования свеклы для производства сахара и освобождения народов Европы от необходимости ввозить дорогой тростниковый сахар. Спустя 50 лет ученик Маргграфа знаменитый ученый Франц Кари Ахард усовершенствовал метод экстрагирования сахара из свеклы в промышленном масштабе.

В 1801 г. Ахард построил первый свеклосахарный завод. Ахард считается отцом свеклосахарной промышленности. Наряду с этим он создал приемы возделывания сахарной свеклы и отобрал улучшенные сорта. Из комплекса имевшихся тогда кормовых типов он выбрал свеклу с наилучшей формой корня и наибольшим содержанием сахара. Работа Ахарда и его последователей привела к созданию сорта Белая силезская. По урожаю и форме корня этот сорт не отличался от современной сахарной свеклы, но его сахаристость составляла в среднем всего 7–10 %. В течение XIX в. в Германии, Франции и других странах Европы, а также в США продолжалось улучшение качеств сахарной свеклы (Зосимович, 1940; Гужов, 1991; Оксененко, 2010).

Селекция сахарной свеклы принадлежит к относительно полно и разносторонне разработанным разделам биологической науки. Система мировой селекции

сахарной свеклы принадлежит к наиболее старым. К началу XX в. она была разработана наиболее разносторонне (Хаджинов, 1935; Булатов, 2016; Вавилов, 1987). До середины прошлого века основным способом селекции сахарной свеклы был массовый отбор. Изучая природное внутривидовое разнообразие, селекционеры проводили отбор растений по морфологическим признакам. Пользуясь установленными корреляциями между некоторыми морфологическими признаками ботвы и корня и утилитарными качествами, они удаляли из свободноопыляемых популяций нежелательные в хозяйственном отношении формы (Soare, 2021).

В начале селекционных исследований сахарной свеклы, когда основное внимание уделялось повышению содержания сахара, массовое скрещивание сыграло значительную роль в выведении новых сортов. Результатом стало увеличение сахаристости примерно на 4 %. После этого наступил продолжительный застой, поскольку потенциал массового отбора оказался исчерпанным. Главный недостаток данного подхода заключался в невозможности достижения генетически стабильных характеристик, необходимых для устойчивого улучшения качеств сортов.

Новый этап прогресса начался благодаря внедрению индивидуального отбора и разработке методов точного измерения уровня сахара. Эта методика включала оценку отдельных корнеплодов и последующее испытание полученных от них потомков в изолированных условиях размножения. Наиболее перспективные экземпляры использовались как основоположники будущих сортов. Несмотря на трудности, связанные с созданием подходящих условий для самооплодотворения и эффективного разделения, индивидуальный отбор постепенно трансформировался в индивидуально-семейственный способ. Такой подход позволил существенно улучшить качество сортов, приближаясь практически к биологическим границам повышения сахаристости. Индивидуально отобранные сорта демонстрировали быструю морфологическую стабильность и закрепляли полезные признаки, однако в генетическом плане они оставались гетерозиготными и нестабильными.

Далее мировая селекция вступила в новую фазу, отмеченную влиянием идей Вильгельма Людвиг Иогансена о чистосортных линиях. Изначально эта концепция привела к революции в работе с растениями, опыляющимися самостоя-

тельно. Возникновение метода чистопородной селекции позволило добиться устойчивости и однородности сортов. Особенное значение этот подход приобрел в селекции перекрестно опыляемых культур, позволяя получать выровненные, гомозиготные формы, устойчивые к расщеплению наследственных признаков.

Селекционерам удалось увидеть еще одну ключевую выгоду инбридинга – способность разложить сложные гибридные популяции перекрестно опыляемых видов. Благодаря этому открытию стало возможным выявить и сохранить ценнейшие рецессивные признаки, важные с практической точки зрения. Инбридинг как средство формирования новых сортов превратился в незаменимый инструмент для анализа и выделения полезных признаков среди перекрестно опыляемых популяций.

Однако интенсивные исследования вскоре выявили существенный недостаток инбридинга. Уже начиная с ранних поколений было заметно ухудшение состояния растений, проявляющееся снижением их жизненной силы и способности к оплодотворению. Лишь единичные линии могли сохранять удовлетворительную продуктивность. Данное явление получило название инбредной депрессии, вызванной появлением множества вредных рецессивных генов в гомозиготном состоянии. Эти факторы сделали невозможным использование инбридинга в чистом виде как самостоятельного метода селекции и ограничили прямое внедрение инбредных линий в производство.

В 20-е гг. XX в. американский генетик Дж. Шелл в ходе исследований, основанных на применении самоопыляемых линий, выяснил, что растения-гибриды первого поколения значительно превосходят родительские формы по силе роста и продуктивности, причем отдельные из них оказываются даже эффективнее исходных сортов. Исходя из полученных данных, ученый сформулировал генетическое обоснование явления гетерозиса и после метода близкородственного скрещивания (инбридинга) предложил применять методику межлинейной гибридизации ради эффективного освоения эффекта гибридной мощности. Тем самым Дж. Шелл разработал принципиально новую эффективную стратегию увеличения урожая сельскохозяйственных культур (Шелл, 1955), которую впоследствии подтверждали и развили многие другие ученые-исследователи.

Успехи генетики в 30-х гг. позволили на практике использовать эффект гетерозиса и создавать синтетические сорта, что доказали эксперименты с кукурузой. Этот прорыв показал, что методы создания сортов-популяций, доминировавшие с конца XIX в., исчерпали себя. Генетика наглядно продемонстрировала бесперспективность старых методов селекции. Селекционеры перестали видеть в них способ дальнейшего улучшения растений и увеличения их продуктивности. Реальные коренные сдвиги в селекции таких растений, как сахарная свекла, рожь, подсолнечник и другие стали возможны только при переходе на комбинационный метод отбора на основе инбридинга и гибридизации (Юданова, 2004).

Широкое распространение получили работы Виктора Евграфовича Писарева по инбридингу перекрестноопылителей (Писарев, 1935), в их числе была и сахарная свекла. Опыты по самоопылению у сахарной свеклы проводили во многих странах Европы и США. В бывшем СССР масштабные исследования по инцухту сахарной свеклы осуществлялись в Институте сахарной промышленности и на ряде его опытных станций на территории Украины, в частности, на Ивановской, Белоцерковской, Верхнячской и Немеречанской. Она была начата одновременно несколькими исследователями: Б. А. Паншиным, Т. Ф. Гринько, В. В. Михалевичем, А. З. Архимовичем, Е. И. Харченко-Савицкой. Однако требовалось время для того, чтобы идеи гетерозисной селекции одержали окончательную победу. Поэтому метод инцухта сначала планировалось использовать как самостоятельный метод селекции. Были созданы коллекции, включающие сотни линий, различающихся по многим морфологическим признакам, в пределах линий достигнута высшая степень единообразия по морфологическим признакам. Особенно важным было выведение линий, превышающих исходные и стандартные сорта по сахаристости и урожайности, устойчивых к церкоспорозу и кагатной гнили, линии с односемянными клубочками (Балков, 1986; Логвинов, 2020).

Итак, близкородственное разведение (инцухт) представляет собой эффективный способ разделения ранее отобранных сортов на отдельные компоненты, особенно когда прочие подходы оказываются неэффективными. Исследования показали значи-

тельный прогресс в селекции данной культуры. Подробное изучение выведенных линий показало, что большинство из них подвержено инбридинговой депрессии и характеризуется низким уровнем продуктивности. Исходя из опыта работы с кукурузой, ученые начали исследовать межлинейные гибриды сахарной свеклы, стремясь выявить наиболее продуктивные гетерозисные сочетания линий. В короткие сроки удалось продемонстрировать эффективность данного подхода в селекции сахарной свеклы путем нахождения успешных комбинаций скрещиваний, при которых полученные гибриды превосходили традиционные сорта по урожайности и содержанию сахара.

Первоначальные эксперименты по гибридизации сразу обозначили ключевые проблемы селекции сахарной свеклы. Создание чистых линий осуществлялось через самоопыление лишь отдельных особей, обладающих высокой способностью к самостоятельному опылению, причем таких особей было относительно немного среди популяции сахарной свеклы с преобладанием несамоопыляемых форм. Из-за этого большая часть растений полученных линий также оказалась крайне склонна к самоплодности, что существенно снижало уровень гибридизации при совместном выращивании разных линий. Помимо этого, многие линии обладали высоким коэффициентом родства, что практически исключало проявление гетерозиса при скрещивании.

Для повышения эффективности процесса гибридизации спаренные скрещивания стали заменять смешанными межлинейными гибридизациями большого числа линий либо созданием синтетических сортов. Причина заключалась в невозможности ручного удаления тычинок у сахарной свеклы в производственных масштабах. Использование линий в составе синтетических сортов продолжалось вплоть до открытия мужской стерильности у сахарной свеклы и детального изучения ее генетики. Лишь после этого стало возможным использовать максимальный эффект гетерозиса, характерный для простых и сложных межлинейных гибридов.

Ключевым этапом в развитии гетерозисной селекции сахарной свеклы стало освоение метода массового получения инбредных линий американскими селекционерами. Эта технология позволила целенаправленно расширить исходное генетическое разнообразие, что является фундаментом для создания высокопродук-

тивных гибридов. Метод основан на преодолении самонесовместимости путем самоопыления растений в условиях пониженных температур в высокогорных районах (Allard, 1999). Он способствовал накоплению достаточного числа линий, обладающих различной комбинационной способностью, хозяйственно-полезными свойствами и сохраняющих высокую степень самонесовместимости в обычных условиях. Это позволило создать широкие программы получения межлинейных гетерозисных гибридов.

Наибольшего развития направление достигло в США. К концу 50-х гг. четверть площадей, занятых под сахарной свеклой, было занято межлинейными гибридами. Не вызывает сомнений, что значительные преимущества межлинейных гибридов, создаваемые одновременным увеличением урожайности, повышением содержания сахара, комплексом устойчивости против вредных влияний, превышают трудности в селекции данной культуры методом гетерозиса.

Картина послевоенной селекции сахарной свеклы довольно пестрая. Наряду с преобладанием в некоторых странах (Польша, Венгрия, Германия) традиционных методов, в других странах (Япония, Швеция) были начаты работы по получению и испытанию линий. Доминирующим направлением в Европе, в странах развитого свеклосеяния, стало получение свободноопыляющихся сортов и межсортовых гибридов на полиплоидном уровне. В нашей стране основная доля фабричных сортов в это время создавалась методом индивидуально-семейственного отбора (Мазлумов, 1970). Несколько позже широкое развитие получило направление полиплоидной селекции.

Линейной гетерозисной селекции не уделялось должного внимания, она велась в узких масштабах и была представлена работами Т. Ф. Гринько с сотрудниками (Гринько, 1962). Ученый-исследователь ясно понимал преимущества этого метода перед межсортовой гибридизацией и индивидуальным отбором. Он был убежден, что именно этот путь является наиболее прогрессивным и требует всестороннего развития. По его мнению, только применение гибридных семян в промышленных масштабах позволит внедрить в производство самые передовые достижения селекции.

Избегая трудностей при получении семян от самоопыления самонесовместимых растений сахарной свеклы, линии создавали путем ослабленного инбридинга. Этот способ представлял повторно-индивидуальный отбор при родственном размножении родоначальников и потомств. При таком методе инбридинга происходило дифференцирование материала, потомства обособлялись по типичным для них признакам и приобретали характер линейных константных выровненных материалов. Однако не было получено достаточного количества разнообразных линий, поэтому полученные гибриды не имели большого преимущества перед стандартными сортами.

На рубеже новой эры отечественной селекции сахарной свеклы методом линейного гетерозиса стали исследования, инициированные Институтом цитологии и генетики в 1968 г., направленные на получение массовых образцов самонесовместимых инцухт-линий. Вдохновившись опытом зарубежных коллег, ученые предпочли экономически целесообразный подход – искусственное преодоление самосовместимости путем выращивания линий в особых климатических зонах с пониженной средней температурой во время цветения.

Итогом продолжительных исследований стало формирование уникальной национальной коллекции высокопродуктивных инбредных линий, отличающихся стабильностью морфологических характеристик обоих лет жизненного цикла свеклового растения. Эта коллекция использовалась впоследствии для изучения закономерностей формирования наследственных свойств и оценки комбинации различных качеств линий (Корниенко, 2014).

Дальнейшим значительным достижением в селекции сахарной свеклы стал вывод беспыльцевых форм в Америке, полигибриды в Европе и односемянных сортов в России. Появление этих типов превратило работу над семенниками свеклы второго года жизни в обязательную процедуру наряду с улучшением корнеплодов. Это вызвало необходимость разработки специализированных методик сохранения отдельных признаков раздельноплодности, стерильной пыльцы и тетраплоидного характера растений.

Эти кардинальные преобразования – раздельноплодность, полиплоидизация и цитоплазматическая мужская стерильность – привели к глубоким изменениям физиологии и генетического устройства культуры, став основой новейших подходов в селекции, среди которых ключевое место заняла селекция, направленная на повышение эффекта гетерозиса (Кайшев, 2017; Логвинов, 2020).

1.3 Цветушность сахарной свеклы, причины возникновения, диагностика и методы селекционной работы по созданию устойчивых форм

Сахарная свекла (*Beta vulgaris* L. *Saccharifera* Alef.) – продовольственная и техническая культура. На ее долю приходится почти 30 % мирового производства сахара. Она имеет двухлетний цикл развития: в первый год формируются вегетативные органы (укороченный стебель, корнеплод, листья), а на второй год происходит образование цветоноса, на котором появляются семена. Такой жизненный цикл для сахарной свеклы является типичным, однако в производственных условиях встречаются отклонения от этого нормального развития в сторону его ускорения, такое отклонение называется «цветушностью». Цветушность проявляется по-разному. Чаще всего головка корня удлиняется и переходит в утолщенный одиночный стебель, формируя цветоносные побеги и даже цветы с семенами. Для традиционного выращивания и размножения семенами сахарной свеклы применяют три метода: безвысадочный, высадочный и пересадки (штеклинговый). Сначала в течение первого сезона выращиваются маточные корнеплоды (маточники) из посеянных семян, а уже на следующий сезон получают полноценные семена (Крупина, 2024; Иванисов, 2016; Гурьев, 2019).

Во втором сезоне листья и цветоносы формируются из ранее заложившихся в первый год покоящихся боковых почек при благоприятных условиях высоких температур. Охлаждение почвы до уровня от 0 до +8 °C активизирует эти почки, стимулируя рост цветоносных стеблей. Этот процесс обычно начинается зимой, а ранней весной следующего года формируется активный побег.

Одной из главных проблем двухлетней технологии выращивания сахарной свеклы являются случаи преждевременного цветения растений в первый год веге-

тации («цветуха»). Хотя образование цветков важно при производстве семян, при товарном возделывании свеклы необходимо использовать сорта и гибриды, устойчивые к цветению (Кравцов, 2019; Кухарев, 2019).

Цветушность представляет собой негативный фактор, способствующий ухудшению химического состава корнеплодов, сокращению урожая и последующему падению выхода сахара после переработки. Такие корнеплоды хуже переносят заболевания и характеризуются сниженными технологическими показателями (Гуреев, 2019; Бохан, 2022). Например, исследования в Беларуси показали снижение сбора сахара на 0,4 т с каждого гектара именно вследствие появления цветухи (Мелентьева, 2020).

Наличие большого количества механической ткани, обуславливающее деревянистость корнеплода, наблюдается не только в корнеплодах, уже образовавшихся стеблях, но и в корнеплодах с удлинёнными разросшимися головками, готовых к образованию цветухи. Корнеплоды цветущих растений малосахаристые и грубые, при хранении сильнее поражаются кагатной гнилью. Урожайность, сахаристость и выход белого сахара в таких корнеплодах значительно ниже (Болева, 1984; Вакуленко, 2016; Ефремова, 2014; Дерюгин, 2017; Бохан, 2019). Каждый процент цветущности заметно снижает урожайность свеклы на 0,5–0,7 %. Это связано с тем, что цветущие биотипы имеют изменённый химический состав и технологические показатели, что в итоге отражается на сборе сахара с 1 га.

В своих исследованиях, посвящённых повышению технологических качеств сахарной свеклы, Л. И. Чернявская установила, что у цветущих корнеплодов (как ранних, так и поздних сроков стрелкования) наблюдается снижение сахаристости на 0,8–1,6 %. При этом в них отмечается значительное увеличение содержания редуцирующих веществ: на 6–12, 8–22 и 23–84 % соответственно.

Корнеплоды цветущей свеклы имеют сильно уплотнённые клеточные стенки за счёт образования большего количества лигнина. Отличия проявляются не только в химическом составе, но и в морфологических характеристиках. В частности, масса головки у них увеличена и составляет 20–22 % от общей массы корнеплода, что существенно выше аналогичного показателя у обычных образцов (11–13 %). Такие корнеплоды плохо поддаются измельчению, поскольку имеют

повышенную волокнистость. При их переработке снижается производительность сахарных заводов (Чернявская, 2020).

Причины цветущности могут быть внутренними (генетически обусловленными) и внешними. На их образование оказывает воздействие комплекс факторов, таких как недостаточное или избыточное количество влаги, недостаточное питание растений, а также неблагоприятные погодные условия. Наиболее активными являются высокие температуры и свет, особенно в период формирования корнеплодов. Однако основным фактором, вызывающим цветущность, считается пониженная температура на ранних стадиях развития растений.

В зависимости от времени возникновения и развития органов плодоношения различают раннюю, среднюю и позднюю цветуху. Цветущность особенно вредоносна при раннем ее проявлении, она наносит значительный вред фабричным посевам, загрязняя поля падаличными семенами на долгие годы. Падалица свеклы является одним из ключевых факторов, способных значительно снизить урожайность и качество свеклы на полях.

Изучением цветущности в разное время занимались отечественные и зарубежные исследователи (Jaggard, 1983; Koda, 2001; Dally, 2018; Höft, 2018; Буренин, 1979; Логвинов, 2021). В отношении причин возникновения цветущих растений в посевах свеклы мнения авторов расходятся.

В обзоре *Root Causes of Flowering: Two Sides of Bolting in Sugar Beet* (Крупин П. Ю., Крупина А. Ю. и др.), опубликованном в журнале *MDPI Agronomy*, представлены научные работы, которые были обобщены в течение 100 лет и посвящены изучению влияния факторов внешней среды, влияющих на формирование цветущих побегов. Авторы называют основные внешние факторы, способствующие возникновению цветущности: сверххранний посев, продолжительное воздействие низких температур и процесс термоиндукции (0...+10 °C в течение 1–6 нед, часто в низинах, особенно, когда происходит разворачивание семядольных листьев и появляются настоящие). Также существенное влияние оказывают продолжительность освещения более 12 ч, его качество и интенсивность. Основной причиной цветущности свеклы считается очень ранний посев, длительные

холодные весны с резким похолоданием без осадков. С удлинением сроков термоиндукции процент цветущих растений сахарной свеклы даже в условиях обычного освещения, как правило, значительно возрастает (Абекова, 2019; Жученко, 2019; Крупин, 2023).

Еще в XIX в. ученые обратили внимание на воздействие низких температур на развитие растений. Американский исследователь Клипарт в своем труде 1858 г. впервые зафиксировал процесс превращения озимых сортов пшеницы в яровые и подробно изложил необходимые для этого климатические условия. Аналогичные наблюдения сделал выдающийся российский специалист-садовод Е. И. Грачев в конце 1870-х гг., который экспериментально установил связь воздействия холода на семена с изменением стадий роста растений.

Помимо температуры интенсивность цветения зависит от множества факторов: плодородия грунта, влажности земли, плотности посадки, внесения удобрений, интенсивности освещения и сочетания всех перечисленных условий. Точно предсказывать уровень образования цветков в посевах чрезвычайно важно для планирования агротехнических работ, поскольку именно от сроков посева зависит концентрация сахара в растениях, общий объем урожая и срок сбора, что непосредственно отражается на эффективности работы предприятий сахарной промышленности.

В Великобритании для оценки вероятности появления цветущих растений сахарной свеклы применялась особая модель расчета, учитывавшая количество дней с низкой температурой (менее $+12^{\circ}\text{C}$). Причины начала процесса цветения сахарной свеклы достаточно сложны и многофакторны. Несмотря на значительное число исследований в этой области, механизм контроля за процессом цветения на генетическом уровне пока недостаточно изучен (Jaggard, 1983; Melzer, 2014; Хуссейн, 2022; Налбандян, 2020).

Основные экстремальные факторы, влияющие на вызывающие цветущность товарных гибридов сахарной свеклы, подробно описаны в работе К. С. Девликамова «Цветущность сахарной свеклы: причины возникновения и способы борьбы». В их числе:

1. Факторы окружающей среды:

- очень продолжительные периоды низких температур, особенно в пределах одного поля;

- продолжительность светового режима – более 12 ч.

2. Агротехнические факторы:

- слишком раннее время посева: исследования показывают, что процент цветущности сахарной свеклы тем выше, чем раньше произведен сев;

- повышенные дозы некоторых гербицидов и азотных удобрений, которые, попадая на точку роста всходов, могут ускорить переход растений к однолетнему циклу.

3. Генетические и физиологические факторы:

- нарушение генетической устойчивости к цветению;
- нарушения в процессах синтеза белков и ростовых гормонов (гиббереллинов), приводящие к однолетнему циклу развития.

Источником возникновения цветущности у товарных гибридов сахарной свеклы также являются:

- семена оригинальных гибридов;
- семена гибридов от случайных скрещиваний культурной свеклы с ее дикими видами, которые несут гены цветущности.

Цветущность сахарной свеклы, согласно исследованиям К. С. Девликамова, обусловлена преимущественно наследственными факторами либо неблагоприятными условиями выращивания и семеноводства. Основные меры профилактики данного явления носят агротехнический характер: соблюдение сроков высадки, выполнение всех необходимых агроприемов, применение устойчивых гибридов и сортов, рекомендованных для конкретной местности. Высокие показатели урожайности невозможно достичь даже от самого качественного сорта, если используемые семена были выращены с нарушением технологии их получения (Буторина, 2011; Логвинов, 2020; Девликамов, 2016; Логвинов, 2006, 2022).

Существуют также химические методы обработки семян для защиты от цветения и отбора устойчивых экземпляров. Например, предлагается обработка семян раствором трефлана, последующее их хранение при температуре +8...+10 °С и осен-

няя посадка. Весной удаляются растения, проявившие признаки цветения, тогда как оставшиеся экземпляры, сохранившиеся до окончания периода роста, служат источником устойчивого материала (Sadeghi-Shoae, 2014; Sadeghi-Shoae, 2017).

Другой способ заключается в обработке семян раствором ретарданта хлорхлорид (ТУР). Такая процедура задерживает начало прорастания, позволяя растению развиваться весной уже при повышенных температурах воздуха, что существенно снижает число цветущих растений (на 1,6–4,2 раза) и повышает общую урожайность культуры. Данный подход наиболее эффективен в регионах северного расположения (Пахомова, 1983).

Были также разработаны селекционные методы создания гибридов, проявляющих стойкость к цветущности, что способствует повышению эффективности выращивания сахарной свеклы (Логвинов, 2021).

П. Е. Щепетнев разработал способ выведения гибридов сахарной свеклы, устойчивых к цветущности, который он описал в статье «Способ выведения форм сахарной свеклы с повышенной сахаристостью и устойчивых к цветухе». Его суть состоит в том, что в фазе созревания семян выкапывают «биологических упрямец» и пересаживают их на отдельный участок, где происходит их доращивание, а после зимнего хранения производят их посадку. Весной семена первого поколения высевают для получения корнеплодов, на которых в течение 2–3 поколений производят отбор желаемых форм (Щепетнев, 1973).

В селекционной работе используются различные методы для отбора генотипов, не склонных к цветению:

- предзимний посев, при котором температура воздуха поддерживается около 0 °С, а температура почвы опускается до +2...+4 °С (такой метод применяется во ВНИИСС им. А. Л. Мазлумова на определенных опытно-селекционных станциях);
- очень ранний посев;
- посев семян после продолжительной термоиндукции (от 45 до 60 сут), особенно эффективный в западных и северо-западных регионах;
- отбор в условиях полярного дня.

Самым действенным методом среди перечисленных считается внутривнутрипопуляционный отбор. А. В. Логвиновым совместно с коллегами были разработаны и внедрены методики оценки и подбора генотипов, устойчивых к цветухе, в реальных полевых условиях Краснодарского края. Для этого использовали зимние и ранние весенние посадки, оценивая состояние растений в июне и сентябре непосредственно перед сбором урожая. Было выявлено, что односемянная свекла чаще всего уступает по устойчивости к низким температурам и склонна к развитию цветухи по сравнению с многосемянной формой. Размер семенного плода также оказывает значительное влияние на устойчивость к данному явлению. Семена крупных размеров, формирующиеся преимущественно на ранних этапах созревания, способствуют быстрому появлению всходов над поверхностью земли, вследствие чего эти растения подвергаются воздействию низких температур дольше. Тем не менее некоторые линии с высоким уровнем разделения плодов могут демонстрировать устойчивость к цветухе (Буренин, 2016; Хуссейн, 2020; Логвинов, 2006; Broccanello, 2015).

Дальнейшее изучение показало, что оптимальным подходом для выращивания устойчивого к цветухе материала является использование раннего весеннего посева предварительно обработанных при температуре +9 °C семян.

Для сохранения в генетическом фонде особей, обладающих повышенной устойчивостью («упрямцы»), специалисты рекомендуют применять систему многоступенчатого отбраковывания при выращивании сортов. Это позволяет выявить перспективные источники устойчивости среди сахарной свеклы.

Исследования Е. С. Кутниковой и ее коллег в 2012–2014 гг. позволили установить, что большинство изучаемых гибридов сахарной свеклы, полученных от компаний Lion Seeds Co., Ltd. (Таиланд) и Всероссийского НИИ сахарной свеклы имени А. Л. Мазлумова, имели признаки проявления цветухи – от 0,4 до 1 % (Кутникова, 2014).

При проведении экспериментов В. И. Буренин оценивал холодостойкость разных видов свеклы путем предварительного проращивания семян при температуре +9 °C в течение четырех недель, после чего рассаду пересаживали в открытый

грунт и фиксировали число цветущих экземпляров. Наиболее морозоустойчивые образцы оказались практически невосприимчивы к цветухе (Буренин, 2014).

В. И. Буренин вместе с другими учеными-селекционерами при оценке коллекции ВИР установили, что наибольшую устойчивость к цветущности демонстрируют образцы из Швеции. Они отметили большие успехи немецких селекционеров в создании раздельноплодных (односемянных) образцов, устойчивых к цветущности.

В статье «Генофонд для селекции сахарной свеклы» В. И. Буренин и Т. М. Пискунова отмечают, что для создания новых высокоадаптивных селекционных форм сахарной свеклы необходимо расширить ее аллельное разнообразие, в том числе по генам, определяющим требования к яровизации, продолжительность светового дня и устойчивость к цветущности.

Проблема преждевременного цветения сахарной свеклы продолжает оставаться серьезной задачей для аграриев. Одним из эффективных решений данной проблемы служит создание сортов, объединяющих устойчивость к цветущности наряду с такими важными качествами, как высокий уровень урожая, высокое содержание сахара, способность переносить стрессы в процессе роста, отличные показатели хранения и качественные параметры сырья. Выбор подходящих гибридов для конкретных условий региона и применение рекомендуемых методов агротехники, включая правильную подготовку посевного материала, позволяет минимизировать риск появления цветоносов.

Цветущность представляет собой сложный природный процесс, механизм которого активно изучается специалистами в сфере физиологии и молекулярной генетики. Исследование основ этого явления и детальная характеристика имеющихся генетических ресурсов открывают перспективы обнаружения новых вариантов генов, обеспечивающих защиту от нежелательного цветения.

Кроме влияния климатических факторов, таких как низкие температуры и продолжительный световой период на начальных этапах развития растения, развитие цветоносных стеблей определяется работой особого комплекса генов, передаваемых по наследству и регулирующих смену биологического ритма свеклы с одногодичного на двугодичный цикл. Основные маркеры устойчивости к цветущности, традиционно используемые учеными, обладают высокой стабильностью функционирования.

Среди ключевых элементов системы управления временем цветения выделяются гены семейства *FT*, определяющие сроки начала цветения и чувствительные к внешним условиям, таким как длина дня и продолжительность зимовки. Однако сама система регуляции включает многоуровневые взаимодействия, регулируемые множеством факторов, среди которых важное место занимает ген *BTC1*.

Селекция сахарной свеклы проходила параллельно процессу одомашнивания, когда был отобран редкий вариант гена *BTC1*, характеризующийся сниженной чувствительностью к продолжительности светового дня и зависящий от температурных воздействий. Именно эта особенность позволила сформировать современные сорта, способные успешно завершать полный цикл своего развития за два года. Другой важный аспект заключается в функционировании гена *BvFT1*, чья активность снижается после прохождения процесса яровизации благодаря работе белка *PRR73*. Продукт другого гена *PRR37* способствует смене функций активаторов цветения на репрессоры, формируя сложную систему контроля за наступлением цветения.

Согласно современным научным данным, двуцикличные формы сахарной свеклы отличаются специфическими изменениями в структуре гена *BTC1*, приводящими к снижению функциональности последнего и препятствующими формированию цветков в первый год жизни. Напротив, у однолетней свеклы функция гена *BvFT1* подавлена, что обеспечивает формирование цветов лишь при определенных условиях освещения. Данные различия позволяют лучше понимать процессы адаптации культурных растений к различным климатическим зонам и создавать устойчивые сорта с заданными характеристиками.

Важно продолжать исследования аллельного разнообразия генов, которые регулируют цветение, и отбирать ценные нуклеотидные полиморфизмы с помощью генной селекции. Ускоренная селекция заслуживает внимания, поскольку позволяет получать семена в контролируемых условиях за счет способности сахарной свеклы формировать цветоносный побег из розетки под воздействием яровизации и увеличения светового дня.

1.4 Изучение устойчивости селекционного материала сахарной свеклы к низким температурам

Низкие температуры, заморозки играют важную роль в районах, более обеспеченных теплом, так как здесь возделываются культуры с более длинным вегетационным периодом. Реакция разных сельскохозяйственных культур к низким температурам и заморозкам различна. У всех культур активный рост прекращается при минимальной температуре первоначального роста или биологическом нуле, а при температурах выше его на 3–4 °С, он идет медленно. Низкие положительные температуры сдерживают последующий рост и развитие растений сахарной свеклы. Каждая фаза развития у растений имеет свой биологический ноль, следовательно, и свои собственные низкие уровни температуры (Ахметьянов, 2016).

Учет холодоустойчивости растений сахарной свеклы для нашей страны с ее холодным континентальным климатом имеет большое народнохозяйственное значение.

Свекла – растение умеренного климата, выращивается от северных широт с низкими температурами до южных широт с высокими температурами. Важной положительной особенностью свеклы является ее устойчивость к низким температурам и ей свойственна сравнительная засухоустойчивость.

При чрезмерно раннем посеве в непрогретую почву семена прорастают медленно, проростки их истощаются и ослабевают, поскольку питательных веществ в семени хватает на ограниченный период, и они в сильной степени поражаются корнеедом. Таким проросткам трудно пробиться на поверхность почвы, и значительная их часть гибнет. Также при длительном действии низких температур в фазе вилочки возрастает цветущность растений. При позднем посеве поверхностный слой почвы высыхает, из-за недостатка влаги всходы появляются недружно (Костюкевич, 2010). Для определения сроков посева не менее важным остается определение и учет температуры почвы. Минимальной температурой при посеве семян сахарной свеклы считается +5...+6 °С на глубине почвы 8–10 см (Шевченко, 2010; Силин, 2013). Однако прорастание семян возможно и при более низких температурах (Шпаар, 2006).

Продолжительный стресс, которому подвергаются растения при длительных низких температурах становится серьезной причиной снижения урожайности и качества продукции сахарной свеклы. Особенно страдают всходы, которые подвергаются воздействию отрицательных температур (ниже 0 °C) на ранних стадиях онтогенеза (Kirchhoff, 2012; Лебедева, 2020). Всходы сахарной свеклы способны выдержать весенние заморозки до –4...–5 °C. С возрастанием числа листьев у растений повышается холодостойкость, и свекла может переносить заморозки до –6 °C. Оптимальная температура для процесса ассимиляции составляет +20...+23 °C (Жученко, 2001).

Холодостойкость свеклы можно рассматривать как способность прорасти и продолжать расти при низких весенних температурах, а также противостоять осенним заморозкам. Холодостойкость также важна на разных этапах роста и развития – при появлении всходов, формировании ассимиляционного аппарата и в конце вегетационного периода (Красочкин, 1971; Абекова, 2020; Pi, 2021).

В своих опытах С. Т. Бережко при сопоставлении показателей лабораторных и полевых опытов установила, что при проращивании семян сахарной свеклы в лабораторных условиях при температуре +6 °C удастся дифференцировать исходный материал по холодостойкости (Бережко, 1983).

Для выделения холодостойких гибридов В. В. Волгин и другие применяли проращивание семян свеклы при +4 °C (Волгин, 2006). Научные исследования в области физиологии растений позволили разработать модифицированный метод оценки холодостойкости образцов свеклы при пониженных температурах. Были выявлены определенные температуры (+9 и +12 °C), проведена оценка 71 образца, подтвердившая надежность данного метода. Немецкие селекционеры получили новые гибриды сахарной свеклы, стабильно устойчивые к холоду.

Исследование, проведенное А. О. Гранкиной и ее коллегами, о влиянии кремнийсодержащих биостимуляторов на холодостойкость пшеницы и сахарной свеклы, показало, что применение жидких и твердых кремнийсодержащих препаратов в вегетационном эксперименте оказывает заметное влияние на адаптацию растений к кратковременному воздействию низких температур. Растения обрабатывались кремниевыми препаратами в дозах 2 и 5 кг/га (Гранкина, 2022).

В отсутствии холодового стресса обработка растений кремневыми препаратами привела к увеличению массы корней и надземных органов пшеницы на 27 и 13 % соответственно, а сахарной свеклы – на 11 и 5 %. При применении препаратов в условиях низкотемпературного стресса масса растений сахарной свеклы увеличилась на 7 %.

Статья «Анализ холодоустойчивости сортов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.)» ученых Казахского НИИ земледелия и растениеводства А. М. Абековой, Р. С. Ержебаевой, А. В. Агеенко и других, описывает исследование различных гибридов и линий этой культуры, отличающихся высокой приспособленностью к негативным условиям выращивания (Абекова, 2020).

Авторы проанализировали около пятидесяти сортов отечественной и иностранной селекции, представляющих Россию, Украину, Киргизию, Германию и Австрию. Исследование проводилось лабораторным методом путем проверки способности проростков развиваться при низкой температуре и последующего наблюдения за восстановительными процессами в культурах клеток *in vitro*. Для определения уровня холодоустойчивости использовали методику, включающую проращивание семян при температуре +4 °С в климатических камерах на протяжении 45–48 дн.

Исследователи установили, что наилучшую всхожесть продемонстрировали следующие сорта: ЧС 97 (50 %), Киргизская 069 (42 %), ЧС 1631 (38 %), Бийская 32 (38 %), РМС 133 (33 %), Успех (31 %) и Рамонская 125 (30 %). Методика проведения анализа холодоустойчивости *in vitro* разработана специалистами Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы (Киев, Украина).

Основываясь на полученных результатах, были выделены линии, успешно восстанавливающие способность к росту после продолжительного воздействия холода (+4 °С), и впоследствии размноженные клонально для дальнейшего участия в создании новых морозоустойчивых гибридов (Рi, 2021).

З. Ф. Бекназарова и М. У. Турдибаева пришли к выводу, что срок высадки существенно влияет на уровень полевой всхожести семян свеклы. Максимальная всхожесть достигалась при осеннем севе (сентябрьские сроки), поскольку семена прорастали при оптимальной влажности почвы и благоприятных температурных показателях. Посевы в мае и августе показали средний результат, тогда как июньский и июльский посев давали наименьший эффект (Бекназарова, 2016).

В. Т. Красочкин экспериментально установил, что кратковременное воздействие весенних заморозков после появления всходов с последующим резким повышением температуры снижает вероятность образования цветущих растений меньше, нежели в случае отсутствия заморозков и долгого пребывания растений при низких температурах (Красочкин, 1971).

По мнению М. А. Смирнова, развитие цветоносов активнее происходит, если влажность семян повышена и период охлаждения семян достаточно длительный (Коровин, 1972; Смирнов, 2018). Однако современные исследования показывают, что объем впитываемой влаги сам по себе не определяет интенсивность цветения. Гораздо важнее длительность периода увлажнения и условия температуры, в которых находятся семена до начала термической обработки. Эти факторы оказывают значительное влияние на активность зародыша и способность растения адаптироваться к стрессовым условиям холодной среды (Логвинов, 2021; Kasajima, 2018; Abou-Elwafa, 2012; Kuroda, 2024).

Время появления всходов заметно различается между разными формами и семенами особенно сильно при температуре, близкой к начальной фазе роста. При повышении температуры до +20 °C и выше такие отличия становятся практически незаметными (Сичкарь, 1982; Суслов, 2012).

Естественный отбор способствовал сохранению тех характеристик современных сортов сахарной свеклы, которые обеспечивали адаптацию растений к окружающей среде. Искусственный же отбор преимущественно отбирал высокоурожайные экземпляры, содержащие больше запасяющих веществ – сахара. Благодаря многократному отбору повысились пищевые качества и экономическая значимость культуры, хотя одновременно снизилась ее способность противостоять неблагоприятным внешним условиям (Суслов, 2010; Логвинов, 2021; Pfeiffer, 2014; Trankner, 2016).

Это значит, что внешне схожие растения сахарной свеклы при благоприятных условиях обладают сходными характеристиками, тогда как в неблагоприятных ситуациях обнаруживается значительное расхождение показателей. Отсюда следует вывод: обычные условия выращивания скрывают возможные генетические недостатки растений, которые выявляются исключительно при стрессовом воздействии.

Устойчивость к стрессовым ситуациям заложена генетически и характерна для каждого вида, отдельного растения либо гибрида. Она проявляется лишь при возникновении неблагоприятных факторов внешней среды, а в комфортных условиях остается замаскированной. Чтобы определить уровень устойчивости, нужно подвергнуть исследуемые растения воздействию конкретного стресса, против которого проверяется сопротивляемость (Мищенко, 2010; Суслов, 2012).

С практической точки зрения важно, чтобы весной семена быстро давали дружные всходы с интенсивным развитием даже при невысоких положительных температурах.

Учитывая генетически обусловленную реакцию отдельных особей и сортов сахарной свеклы на стрессовые условия холода, представляется возможным выделить формы, устойчивые к воздействию низких температур и обладающие определенными желательными признаками.

Ранее различными исследователями изучался вопрос диагностирования холодостойкости свеклы путем анализа характера прорастания семян (Райлян, 2017; Kuroda, 2024), однако имеющиеся литературные данные фрагментарны и относятся преимущественно к сортам и гибридам, уже выведенным из оборота.

Чтобы минимизировать ущерб от неблагоприятных погодных условий ранней весны, необходимо создать холодостойкие формы свеклы, используя различные методы оценки исходного селекционного материала. Улучшить устойчивость растений поможет усовершенствование исследовательских методик. Холодостойкость определяется прямым способом – полевым и лабораторным испытаниями, а также косвенно – биохимическими, электрофизическими, биофизическими и радиоизотопными тестами.

Итак, холодостойкость свеклы имеет большое значение, поскольку позволяет стабильно собирать урожай независимо от капризов погоды. Устойчивость к похолоданиям дает возможность производить посадки в ранние сроки, обеспечивая высокие показатели качества урожая. Важнейшей задачей селекции остается получение гибридов, устойчивых не только к низким температурам, но и к цветущности, а также менее подверженных распространенному недугу всходов – корнееду.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Почвенно-климатические условия в годы проведения опытов

Исследования проводились в период 2019–2025 гг. на базе ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы», которая расположена в северной части Гулькевичского района, Краснодарского края. Земли селекционно-опытной станции расположены на верхней террасе реки Кубань, в зоне недостаточного увлажнения Краснодарского края. Территория относится к степной и лесостепной зоне. Благоприятные факторы почвообразования способствовали формированию почв степного и лугово-степного типов, имеющих высокое потенциальное плодородие благодаря большой мощности почв с высокими запасами гумуса и благоприятными водно-физическими свойствами.

Почвы территории характеризуются высоким потенциалом плодородия благодаря большей мощности почв с высокими запасами гумуса и благоприятными водно-физическими свойствами (Агроклиматический справочник, 1961).

Почва экспериментальных участков представлена обычным черноземом с низким содержанием органического вещества. Толщина слоя гумуса варьируется от 110 до 125 см, причем содержание гумуса в верхней обрабатываемой части колеблется между 2,8 и 4 %. Структура грунта преимущественно комковатая либо зернисто-комковатая. В случае сильных осадков верхний слой легко уплотняется и становится вязким. Такие типы почв подходят для выращивания местных сельскохозяйственных культур (Вальков, 2002; Боровик, 2021; Слюсарев, 2022).

Для повышения плодородия этих земель необходимы агротехнические меры, направленные на улучшение физических свойств почвы и подавление роста сорняков.

Многообразие типов почв, разнообразие рельефа и особенности гидрогеологического режима Краснодарского края вместе с его местоположением обуславливают специфику климатических условий региона. Значительное влияние на формирование местного климата оказывает близкое расположение незамерзающих морей и присутствие Кавказского хребта, который существенно влияет на движение воздушных потоков (Пупкова, 2023).

На основании комплекса метеорологических показателей климат, в котором находится Первомайская опытно-селекционная станция сахарной свеклы, классифицируется как континентальный, характеризующийся значительными колебаниями годовых и дневных температур, а также нестабильностью влажности. Обилие солнечного света, высокая температура воздуха, нерегулярное выпадение осадков, продолжительные засушливые ветры («суховеи»), способствующие усиленному испарению воды из земли, негативно сказываются на росте и развитии культурных растений. Температуры ниже нуля зимой отмечаются редко и непродолжительно. Среднегодовая температура воздуха здесь равна примерно $+11,5^{\circ}\text{C}$. Резкие перемены погоды – от жары к холоду и наоборот – типичны для данного континентального климата. Данные многолетних наблюдений за климатическими показателями предоставленной местности (включая среднемесячную температуру, абсолютные минимумы и максимумы, уровень осадков и влажность воздуха) приведены в таблице 1.

Годовая амплитуда равна в среднем $25,8^{\circ}\text{C}$, часто в феврале или начале марта температура воздуха поднимается выше $+20^{\circ}\text{C}$, а после этого вновь наступает похолодание с низкими температурами. Подобное может наблюдаться и осенью. Теплая погода с высокими дневными температурами во второй декаде ноября, может резко смениться на морозы со снегопадами. Глубина промерзания почвы может достигать 13 см и более (Тишков, 2006).

Вегетационный период обычно наступает в середине третьей декады марта, а оканчивается в середине ноября. Безморозный период в среднем 185 дн – с 19 апреля по 20 октября, бывают годы, когда последние весенние заморозки заканчиваются очень поздно, а осень наступает рано.

Таблица 1 – Погодные условия в период проведения полевых опытов (г. Гулькевичи, ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы»), 2019–2023 гг.

Показатель	Год	Месяц												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура воздуха, °С	2019	1,6	2,2	5,8	11,6	19,4	25,4	23,0	24,1	18,0	13,5	4,8	0,0	10,6
	2020	1,8	2,6	8,6	9,9	16,8	22,8	26,1	24,2	22,0	16,1	5,2	0,9	13,1
	2021	0,8	-0,9	3,7	11,3	18,7	22,2	26,4	25,9	16,9	10,1	6,8	3,5	12,11
	2022	0,96	4,52	2,18	13,63	14,99	23,01	23,74	26,21	19,13	–	–	–	–
	2023	0,89	0,2	8,64	12,48	16,64	22,14	24,38	27,47	20,67	–	–	–	–
	Многол.	–2,3	–1,3	3,6	11,1	16,8	20,8	23,6	23,0	17,5	10,9	4,9	0,1	10,7
Осадки, мм	2019	46,9	31,6	67,3	27,9	62,2	15,3	61,7	10,3	80,9	50,9	49,8	49,4	582,1
	2020	59,2	32,7	13,0	6,7	98,2	54,1	38,4	15,4	25,0	20,3	49,4	14,8	426,2
	2021	62,8	92,4	78,8	74,8	62,0	54,6	59,0	99,1	56,1	24,9	60,7	23,2	748,4
	2022	69,1	44,0	25,5	66,7	106,9	89,5	53,4	38,7	41,2	–	–	–	–
	2023	5,2	88,2	78,4	73,4	62,9	139,5	48,4	30,0	14,2	–	–	–	–
	Многол.	39,4	32,8	39,6	43,3	67,2	71,4	53,2	46,5	43,1	51,2	48,5	49,0	585,2
Относит. влажность воздуха, %	2019	82	83	76	71	72	62	68	56	63	81	84	86	74
	2020	87	79	68	57	68	69	58	54	56	73	87	83	70
	2021	82	79	76	78	69	72	58	67	73	74	86	86	75
	2022	85	82	75	69	72	66	68	62	69	–	–	–	–
	2023	87	88	86	84	82	77	74	54	62	–	–	–	–
	Многол.	84	81	77	69	69	69	64	63	68	77	84	86	74
Температура почвы на глубине 2 см, °С	2019	1	2	6	14	23	29	27	27,4	19	13	6	1	14,0
	2020	1	2	10	12	19	27	30	27	24	16	5	0	14,4
	2021	–1	–1	4	12	21	25	29	28	19	10	6	3	12,9
	2022	1	3,5	4	14	16	26	28	28	20	–	–	–	–
	2023	0	1	8	13,0	18,0	25,0	26,0	31,0	22,0	–	–	–	–
	Многол.	–2,4	–1,1	4,5	13,1	20,6	26,0	28,2	27,4	20,0	11,6	4,9	–0,1	12,7

Характерными для зоны является выраженная июльско-августовская депрессия свекловичных растений, обусловленная воздушной и почвенной засухой. Следует отметить, в последние годы наблюдается резкий рост температур уже во второй половине мая. В случае дефицита или неравномерного выпадения осадков это приводит к снижению относительной влажности воздуха и неблагоприятно влияет на жизнеспособность пыльцы и завязываемость свекловичных семян (Логвинов, 2020; Суслов, 2013; Дерюгин, 2013).

ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы» расположена в зоне неустойчивого увлажнения. В период проведения полевых исследований (2019–2023 гг.) погодные условия характеризовались значительной вариабельностью (см. таблицу 1).

Погодные условия сельскохозяйственного года, 2019 г.

Погодные условия отчетного года характеризуются отсутствием устойчивой зимней отрицательной температуры, затяжной и ранней весной, очень сухим и жарким летом, критическим термическим режимом июня. Август также был жарким и сухим, в последней декаде преобладала устойчивая воздушная засуха. Среднемесячная температура воздуха составила 24,1 °С (норма 22,9 °С). Влажность воздуха в этом месяце была критическая – 16–28 %, в дневные часы ГТК опускался до 0,1. Абсолютный годовой максимум в воздухе достигал 37,2 °С (22 августа).

По осадкам отмечено хорошее накопление влаги в 2-метровом слое почвы перед уходом в зиму и до сева сахарной свеклы от 227,4 до 315,5 мм и наблюдалось заметное сокращение осадков в летние месяцы. Сумма осадков в августе – 10,3 мм (многолетняя норма 47,5 мм). За период вегетации (март-август) сумма среднесуточных температур составила 3349 °С, многолетняя норма – 3018 °С. Осадков за эти месяцы выпало 244,7 мм, климатическая средняя – 322,8 мм, из них на лето приходится 87,3 мм или 50 % от многолетней – 173,4 мм, гидротермический коэффициент за лето составил 0,40, что подтверждает сильную засуху.

Погодные условия сельскохозяйственного года, 2020 г.

Погодным условиям 2020 г. характерна теплая и сухая осень (исключение – сентябрь). Бездождный период составил 46 дн (II, III декады октября и ноября), очень теплая зима (редкие дни с отрицательной среднесуточной температурой), недостаточное количество осадков в декабре – 29,3 мм (норма 49,1 мм), засуха в марте и апреле. За март выпало 13,0 мм осадков (норма 39,3 мм), за апрель – 6,7 мм (норма 44,5 мм). Способствовало незначительному накоплению влаги в 2-метровом слое почвы. Количество усвоенных осадков за осень и зиму составило 54,7 (норма 75 мм). Запасы продуктивной влаги в 2-метровом слое почвы на период сева показали 205,8 мм (норма 271,3 мм).

Месяц март выделился очень повышенным температурным режимом. Лето сухое и жаркое. Термический режим за сезон превышен на 2,0 °С. За лето выпало 106,9 мм осадков или 62 % от нормы 173,4 мм.

За период вегетации (апрель–сентябрь) сумма среднесуточных температур составила 3714 °С, многолетняя норма 3435 °С. Осадков за эти месяцы выпало 236,8 мм, климатическая средняя норма – 326,2 мм, из них на лето приходится 106,9 мм или 62 % от многолетней – 173,4 мм.

Лето было засушливым и очень жарким. Гидротермический коэффициент за лето составил 0,5, что подтверждает сухое лето. В июне среднемесячная температура воздуха составила 22,8 °С (норма 20,7 °С). В середине первой декады месяца температура воздуха уже превышала «критическую» 30 °С отметку в дневные часы. Осадки выпадали в основном в первых двух декадах месяца – 54,1 мм или 74 % от нормы – 73,3 мм. С середины второй и третья декады июня осадки не значительные. Относительная влажность воздуха была «критической» меньше 30 % четыре дня в конце июня. В июле сохранилась очень жаркая, сухая погода. Температура воздуха в дневные часы повышалась до +3...+40 °С, а на поверхности почвы до +63 °С. Средняя температура воздуха в июле – 26,1 °С (норма 23,5 °С). За месяц выпало 38,4 мм осадков, в основном за два дня: 21 июля – 25,1 мм; 29 июля – 9,5 мм (норма 52,6 мм).

Сентябрь очень сухой и жаркий. ГТК оставил 0,4. Средняя температура воздуха за месяц превысила многолетнюю на 5 °С и была 22,0 °С (норма 17,0 °С). Осадки были в первой декаде всего два дня, всего 25,0 мм (норма за месяц 42,7 мм). Воздушная засуха ниже критической удерживалась 8 дн (норма в сентябре 2 дн).

Погодные условия сельскохозяйственного года, 2021 г.

Зима 2020–2021 г. была относительно теплой с периодичным возвратом заморозков (–5; –10 °С). Температура воздуха в среднем была выше нормы более чем на 2 °С. Обильные осадки выпали в январе и феврале, что превысило норму по сравнению с предыдущими годами.

За указанный период выпало на 67 мм осадков больше от нормы (24 %), в апреле – на 29 мм (65 %). В июне осадков выпало меньше нормы на 18,5 мм (25 %), в августе – на 52,3 мм больше нормы (112 %). Относительная влажность воздуха в апреле превышала норму на 9 %, в июне – на 3 %, в июле – ниже нормы на 6 %, в августе – выше нормы на 3 %. Температура почвы в апреле была ниже нормы на 0,9 °С, в мае – выше многолетней на 0,3 °С, в июне – ниже нормы на 0,9 °С, в июле – выше нормы на 0,8 °С, в августе – выше нормы на 0,6 °С.

Сентябрь был очень сухой и жаркий. ГТК составил 0,4. Средняя температура воздуха за месяц превысила многолетнюю на 5 °С и была 16,9 °С (норма 17,0 °С). Осадки были в первой декаде, всего за два дня выпало 56,1 мм (норма за месяц 42,7 мм).

Осадков за указанный период выпало на 71 мм меньше (75 %). Отрицательное влияние на рост и развитие растений оказал дефицит влаги в апреле и в первых двух декадах мая.

Погодные условия сельскохозяйственного года, 2022 г.

За период вегетации март–август 2022 г. температура воздуха в марте была ниже многолетней на 1,42 °С, а в июне–сентябре была выше нормы на 2,21; 0,14; 3,21 и 1,8 °С соответственно. Осадков за указанный период выпало на 57,6 мм больше (16 %), в апреле–июне выпало осадков больше нормы на 23,4; 39,7 и 18,1 мм соответственно, в июле–сентябре количество осадков существенно не

отличалось от среднемноголетних показателей. Относительная влажность воздуха за данный период незначительно отличалась от нормы. Температура почвы в апреле была выше нормы на 0,9 °С, в мае – ниже на 4,6 °С, в июне–августе была на уровне среднемноголетних показателей.

Погодные условия сельскохозяйственного года, 2023 г.

Колебания среднегодовых температур находятся в диапазоне значений 8,4...3,2 °С. Абсолютный максимум температур +42,2 °С; абсолютный минимум – 34,1 °С. Наименьшее количество годовых осадков – 329 мм, наибольшее – 937 мм. Гидротермический коэффициент летних месяцев – 0,9.

За период вегетации март–август 2023 г. температура воздуха была выше многолетней в марте на 5,0 °С, в апреле – на 1,5°С, а в июне–сентябре была выше нормы на 1,34; 0,78; 4,47 и 3,14°С соответственно. Осадков за указанный период выпало на уровне нормы, но распределение осадков было крайне неравномерным. Так в марте, апреле и июне выпало осадков больше нормы на 38,8; 30,1; и 68,1 мм соответственно, в июле–сентябре количество осадков было на 80,2 мм ниже среднемноголетних показателей.

Особенно засушливыми были август и сентябрь, осадков в августе не было, а в сентябре выпало 14,2 мм. На фоне высоких температур относительно среднемноголетних и дефицита влаги наблюдалось полная гибель листового аппарата у растений сахарной свеклы. Относительная влажность воздуха в первой половине вегетационного периода была значительно выше нормы, а в августе и сентябре существенно ниже нормы.

Температура почвы в марте была выше нормы на 3,5 °С, а в апреле–июне существенно не отличалась от среднемноголетних показателей. В августе и сентябре температура почвы превышала среднемноголетние показатели на 3,6 и 2,0 °С соответственно. Сложившиеся погодные условия крайне негативно сказались на развитии болезней сахарной свеклы. Так, в апреле и мае наблюдалось сильное поражение растений сахарной свеклы корнеедом, а в июне-июле фузариозными гнилями корнеплодов. В августе отмечено сильное поражение листового аппарата церкоспорозом особенно на гибридах слабо устойчивых к данному заболеванию.

В 2023–2025 гг. экологическое испытание проводилось на полях РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», расположенных в г. Несвиж на юго-западе Минской области (Республика Беларусь).

Данная зона характеризуется как умеренно-континентальная. Это типичный для большей части Беларуси климат, который формируется под влиянием воздушных масс с Атлантического океана, а также континентальных воздушных масс с востока. Влажность воздуха высокая в течение всего года. Сезонные изменения выражены четко, с продолжительной зимой и теплым летом. Сумма активных температур для г. Несвижа составляет в среднем 2200–2400 °С за период вегетации.

Безморозный период длится в среднем 160–180 дн в году. Этот период длится с апреля – начала мая до конца сентября – начала октября. Зимой температура опускается в среднем до –5 °С, но в период сильных морозов температура может опускаться до –10 °С. Лето умеренно теплое, с достаточным количеством осадков. Средняя температура около +18...+20 °С, но в жаркие дни поднимается до +25...+30 °С. В целом климатические условия весьма благоприятные для выращивания сельскохозяйственных культур. Почва дерново-подзолистая, легкосуглинистая.

Погодные условия сельскохозяйственного года в г. Несвиж, Беларусь, 2023 г.

Метеорологические условия вегетационного периода 2023 г. сложились следующим образом. Апрель выдался дождливым, и большое количество осадков вкупе с влагой, которая уже была в почве после таяния снежного покрова, замедлили физическое созревание почвы; поэтому сроки сева сахарной свеклы сдвинулись на неделю позже. Массовый посев свеклы пришелся на третью декаду апреля. Май характеризовался пониженным температурным режимом. Среднемесячная температура воздуха в первой и второй декадах была на 1..3 °С ниже средне-многолетней нормы. Осадков же за месяц выпало всего 7 % от нормы, а за первую декаду апреля – 5,6 % (1,4 мм при норме 25,1). Длительный засушливый период и дефицит тепла негативно сказались на появлении всходов и развитии растений сахарной свеклы. Период появления всходов был растянутым, некоторым семенам не хватило влаги для прорастания. В итоге отмечается изреженность и неравномерность размещения растений в рядке, а свекла сильно отставала в развитии.

Ситуация изменилась в лучшую сторону в июне. Повышенный температурный режим (на 1,2...2,4 °C выше нормы) и прошедшие во второй декаде небольшие дожди (59,6 %) способствовали росту и развитию растений свеклы. Интенсивные осадки в третьей декаде июня (173,4 %) и температура воздуха на 2,9 % выше нормы благоприятно повлияли на рост свеклы. Прошедшие в первой декаде июля дожди в количестве 17,4 мм способствовали росту листового аппарата и корнеплода.

Жара в августе (на 4,3 °C выше нормы) и отсутствие осадков во второй декаде августа и первой декаде сентября несколько снизили темпы роста свеклы.

В сентябре был повышенный температурный фон (на 4,28 °C выше нормы) и осадки во второй декаде на уровне 69,3 % от средних многолетних данных.

Погодные условия сельскохозяйственного года в г. Несвиж, Беларусь, 2024 г.

Погодные условия вегетационного периода 2024 г. имели свои особенности, повлиявшие на рост и развитие сахарной свеклы. В среднем за период апрель–октябрь среднесуточная температура воздуха оказалась на 2,9 °C выше нормы, а количество осадков составило 114,3 %, однако они выпадали крайне неравномерно по месяцам и декадам и часто в виде ливней. Апрель выдался дождливым, большое количество осадков совместно с влагой, которая была уже в почве после таяния снежного покрова, замедлило физическое созревание почвы.

Среднемесячная температура воздуха мая была выше нормы на 2,3 °C. Осадков за месяц выпало 26 мм, что составило 43,6 % от нормы. Дефицит почвенной влаги обусловил увеличение продолжительности периода появления всходов свеклы. В июне средняя температура воздуха превысила норму на 3,1 °C, однако в третьей декаде отклонение температуры составило на 4,6 °C выше нормы. Обилие осадков наблюдалось в первой и второй декадах июня – 216,7 и 110,0 % соответственно. Хорошие условия увлажнения способствовали росту и развитию растений свеклы.

Средняя температура воздуха в июле превысила норму на 3,2 °C. При этом во второй декаде месяца зафиксировано аномальное отклонение от среднемноголетних значений, составившее 5,4 °C. Выпадение осадков за ме-

сяц составило 88,3 % от нормы. Средняя температура воздуха в августе была выше нормы на 3,1 °С. В третьей декаде августа была зафиксирована сильная жара: отклонение температуры воздуха от нормы достигло +5,7 °С. Максимальная температура воздуха в дневные часы была зафиксирована 19 августа, она составила +35 °С. Осадков за этот месяц выпало 58,6 мм, что составило 99,0 % от нормы. Дефицит осадков в первой и второй декадах августа в сочетании с повышенным температурным режимом привели к замедлению ростовых процессов и усыханию ботвы.

В сентябре высокий температурный фон (выше нормы на 5,5 °С) в сочетании с большим количеством осадков (198,2 %) способствовал развитию церкоспороза до 50 % и отрастанию ботвы. В октябре средняя температура воздуха составила 8,1 °С, что выше нормы на 0,3 °С. В течение месяца выпало количество осадков, соответствующее климатической норме. Комплекс неблагоприятных факторов вегетационного периода 2024 г. оказал влияние на рост и развитие сахарной свеклы, а также способствовал проявлению цветущности у гибридов.

Погодные условия сельскохозяйственного года в г. Несвиж, Беларусь, 2025 г.

Погодные условия вегетационного сезона 2025 г. имеют свои особенности и оказывают влияние на рост и развитие растений сахарной свеклы. Развитие свеклы в апреле-мае проходило медленно, в связи с холодной погодой и ночными заморозками, период появления всходов свеклы был сильно растянут. Среднесуточная температура воздуха в июне месяце находилась практически на уровне среднемноголетних данных. Температура первой декады июля составила 20,2 °С. Во второй декаде 2025 г. отмечается повышение температурного фона на 0,8 °С от среднемноголетних значений. В третьей декаде июля отклонение температурного фона составило на + 1,1 °С от среднемноголетних показателей. В первую декаду августа температурный режим составил 19,2 °С, что на 0,6 °С выше среднемноголетней температуры.

Недостаточным количеством осадков отмечалось начало вегетации 2025 г., весь апрель, первая и вторая декада мая. В первой декаде июня количество осад-

ков составило 104,4 %. Хорошие условия увлажнения способствовали росту и развитию растений свеклы. В первой декаде июля текущего года количество осадков составило – 20,4 мм, во второй декаде количество осадков превысило среднемноголетние значения в 2 раза и составило 52 мм. Похожая тенденция наблюдается и в третьей декаде июля, однако превышение среднемноголетнего значения составило в 3,5 раза (359,2 %) – 89,8 мм осадков.

В сентябре температура превысила норму на 3 °С. Осадков при норме 55,1 мм выпало всего 13 мм. В октябре месяце средняя температура воздуха составила 7,2°С, при норме 7,8 °С. Сумма осадков за месяц превысила норму на 14,2 мм.

2.2 Характеристика объектов исследований

Исследования по теме диссертации проводились на базе ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы», расположенной в г. Гулькевичи Краснодарского края, в полевых и лабораторных условиях. В качестве объектов исследований при закладке опытов использовались диплоидные раздельноплодные и сростноплодные формы, а также коммерческие и перспективные гибриды сахарной свеклы, созданные на станции. В качестве иностранного аналога использовался гибрид БТС 5800 иностранной компании Бетасид.

Перечень селекционного материала:

- шесть гетерозисных, раздельноплодных гибридов сахарной свеклы на ЦМС основе Кубанский МС 95, Рубин, Первомайский, Корвет, Престиж, БТС 5800 – F₁.
- пять мужскостерильных, раздельноплодных линий МС 12169хОТ 12122, МС 27038хОТ 12126, МС 4935хОТ 4936, МС А–1хОТ 11301, МС 11348хОТ 11301;
- четыре фертильные, раздельноплодные линии – закрепители стерильности ОТ 12122, ОТ 4936, ОТ 12126, ОТ 11301;
- пять фертильных, сростноплодных линий – опылителей Оп 10183, Оп 5121х 5137, Оп 6279, Оп 5121 П99/96, Оп 5046х5063;

Все селекционные материалы (таблица 2), использованные в исследованиях, созданы в лаборатории селекции сахарной свеклы ФГБНУ «Первомайская СОС» и входят в состав рабочей коллекции этого научного учреждения.

Таблица 2 – Характеристика селекционного материала сахарной свеклы,
использованного в исследованиях

№ п/п	Селекционный материал	Каталожный номер	Характеристика селекционного материала
1	Кубанский МС 95	36543	$F_1, \times 2n = 18$
2	МС 12169	34573	ЦМС (St) – Sxxxz, раздельноплодный (mm)
3	ОТ 12122	34574	ОТ(fer), Nxxxz, раздельноплодный (mm)
4	Оп 10183	35469	фертильный (Rf), сростноплодный (MM)
5	Рубин	36481	$F_1, 2n = 18$
6	МС 4935	37115 а	ЦМС (St) – Sxxxz, раздельноплодный (mm)
7	ОТ 4936	35841	ОТ(fer), Nxxxz, раздельноплодный (mm)
8	Оп 5121x5137	37200	фертильный (Rf), сростноплодный (MM)
9	Первомайский	37833	$F_1, 2n = 18$
10	МС 27038	37836	ЦМС (St) – Sxxxz, раздельноплодный (mm)
11	ОТ 12126	37141	ОТ(fer), Nxxxz, раздельноплодный (mm)
12	Оп 6279	37131	фертильный (Rf), сростноплодный (MM)
13	Корвет	37731	$F_1, 2n = 18$
14	МС А-1	37127	ЦМС (St) – Sxxxz, раздельноплодный (mm)
15	ОТ 11301	35478	ОТ(fer), Nxxxz, раздельноплодный (mm),
16	Оп 5121 П99/96	37130	фертильный (Rf), сростноплодный (MM)
17	Престиж	37769	$F_1, 2n = 18$
18	МС 11348	35476	ЦМС (St) – Sxxxz, раздельноплодный (mm)
19	ОТ 11301	35478	ОТ(fer), Nxxxz, раздельноплодный (mm)
20	Оп 5046x5063	37132	фертильный (Rf), сростноплодный (MM)
21	БТС 5800	38523	$F_1, 2n = 18$ Иностранный аналог

В приложении А представлена характеристика коммерческих гибридов сахарной свеклы, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в 6-м Северо-Кавказском регионе и использованных в рамках данного исследования.

2.3 Методика и схема исследований устойчивости селекционных материалов сахарной свеклы к цветущности и холодовому стрессу

Опыт по изучению селекционного материала по устойчивости к цветущности и холодовому стрессу. Полевые исследования диссертационной работы проводились на базе ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция» с 2019 по 2023 гг. Схема эксперимента представлена на рисунке 1. Опыт был направлен на изучение устойчивости селекционного материала сахарной свеклы к цветущности и холодовому стрессу в полевых и лабораторных условиях.



Рисунок 1 – Общая схема проводимых селекционных исследований

Оценку материалов по устойчивости к цветущности проводили по модифицированной методике с использованием провокационных стресс-фонов. В качестве провокационных фонов использовали подзимний посев селекционного материала, а также ранневесенний посев семенами, прошедшими термоиндукцию (Суслов, 2012). Эксперимент проводился на специально отведенном участке, согласно методике полевого

опыта (Доспехов, 1985; 2015), модифицированной под поставленные цели исследований (Шевченко, 2010). В качестве испытуемых материалов применялись ранее созданные мужскостерильные ЦМС-линии, линии-закрепители стерильности О-типа, линии-опылители Оп и гибриды F₁ сахарной свеклы.

Посев селекционных материалов в провокационном опыте проводили 1-рядковыми деланками, длиной 10 м с междурядьем 45 см. Общая площадь опыта составила 94,5 м². Провокационные посевы проводили в два срока:

– 1-й срок – подзимний посев был проведен вручную (9 декабря 2019 г.) с использованием увеличенной нормы высева 40–50 шт./пог. м, глубина заделки семян составляла 3–4 см.

– 2-й срок – провели вручную (29 марта 2020 г.), нормой высева 20–30 шт./пог. м, глубина посева 3–4 см. Семена перед посевом с целью проведения термоиндукции выдерживали после набухания в термостате при температуре +4...+6 °С в течение 25 сут. После появления всходов провели ручное формирование густоты насаждения растений (18 апреля 2020 г). На 1 пог. м оставляли 8–10 развитых растений (рисунок 2).



Рисунок 2 – Подзимний провокационный посев сахарной свеклы,
Первомайская СОС, 2020 г.

Дальнейший уход за растениями состоял в проведении ручных прополок против сорняков, рыхлениях и защите от вредителей и болезней. Фиксировались даты посева, появления первых всходов и появление цветущих растений.

Учет и выбраковку цветущих растений проводили в динамике в течение всей вегетации. При проведении учетов и наблюдений руководствовались методикой исследований по сахарной свекле (ВНИС, 1986).

Скрещивания проводили на специально отведенном участке при парной и индивидуальной изоляциях, а также с использованием групповых изоляторов размером 2×2 м. В качестве изоляционного материала использовалась отбеленная бязь. Под каждый групповой изолятор помещали по 10–12 шт. корнеплодов материнской МС формы и 3–5 шт. корнеплодов фертильной линии-опылителя. При размножении фертильных линий в чистоте под изолятор высаживали по 10 шт. корнеплодов каждой линии. Перед цветением проводилась браковка растений. Оставляли растения с полной стерильностью (МС – mm) и высокой раздельноплодностью (mm). Выбраковывались растения с неполной стерильностью пыльцы и низкой раздельноплодностью. Линии-опылители (Оп – ММ) браковались по плодности, оставлялись только сростноплодные растения. Тип стерильности пыльцы устанавливали по Оуэну (стерильные растения, полустерильные I типа, полустерильные II типа и фертильные). Раздельноплодность определяли визуально, путем осмотра каждого растения.

Завязываемость плодов в процессе самоопыления при получении семенного материала после цикла отбора определялась в соответствии с методическими рекомендациями З. С. Слюсаренко (1976) и С. Т. Бережко (1983). Всхожесть семян определяли согласно ГОСТ 22617.2–94.

С целью получения новых устойчивых к цветущности и холодовому стрессу линий сахарной свеклы в ходе работы применяли индивидуальный отбор и самоопыление. Оценку проводили по ряду морфо-биологических признаков: устойчивость к болезням, нецветущность, всхожесть, сила роста, устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, включая холодовой стресс.

Реакция гибридов и их компонентов скрещивания на различные стресс-факторы изучалась в полевых и лабораторных условиях по методике Г. В. Удовенко, Э. А. Гончаровой (1982), опробованной на семенах злаковых культур и модифицированной под сахарную свеклу (Мищенко, 2010).

Для оценки холодоустойчивости при подзимнем посеве использовали способ проращивания семян гибридов и их родительских форм в шкафах-термостатах в водной среде при пониженных положительных температурах. Семена проращивались по ГОСТ 22617.2-94, модифицированной методике согласно целям исследований, при температуре +7 °С.

В январе 2024 г. был заложен опыт по устойчивости селекционного материала к холодовому стрессу. В опыте изучался семенной материал цикла отборов. Семена готовились в лабораторных условиях одинаковым способом. Выборка каждого номера составляла 100 шт. семян в 2–3-кратной повторности, в качестве иностранного аналога служил гибрид БТС 5800 селекции фирмы «Бетасид» (США). Всего в опыт было включено 19 номеров различных селекционных материалов, из них:

- 12 номеров – линии (Оп, МС, О-тип), прошедшие 2-кратный отбор на цветущность при подзимнем посеве;
- 6 номеров – контрольные варианты (линии, не проходившие отбор);
- 1 стандарт (гибрид иностранной селекции БТС 5800).

Предварительно подработанные семена (очищенные от примесей и шлифованные вручную) были промыты в растворе $KMnO_4$ в течение 2 ч, в завершении семена промывали в дистиллированной воде. Промытые семена просушивали до сыпучего состояния при комнатной температуре на салфетке из сложенной в два слоя фильтровальной бумаги. Проращивание проводили в пластиковых растильнях на подложке из фильтровальной бумаги, сложенной в виде гармошки для проращивания. Обеззараживание фильтровальной бумаги и растений проводили под ультрафиолетовой лампой в течение 2 ч.

Учеты и замеры проводили на 10-е и 15-е сутки проращивания. За критерий оценки брали процент нормально проросших семян и интенсивность развития проростков (корешков).

Семена на всхожесть были поставлены в климатостат саратовского производства КС-200 СПУ (17 января 2024.), температура в термостате от +7 °С. Закладка семян проводилась согласно ГОСТ 22617.2-94. Критерием оценки был процент нормально проросших семян и интенсивность роста корешков (проростков) (Мищенко, 2010).

В 2023-2025 гг. в ряде свеклосеющих хозяйств Краснодарского края – ОСХ «Урупское» (Новокубанский район), ООО «Успенский Сахарник», Агросахар-3 (Успенский район), ООО Агропромсоюз «Успенский» (Белоглинский район), ОАО «Имени Ильича» (Ленинградский район); а также Ставропольского края – СПК СК «Родина» (Новоалександровский район), СПА «Колхоз имени Ворошилова», ООО СПХ «Темижбекское», закладывались производственно-демонстрационные посевы гибридов Первомайской СОС: Рубин, Первомайский, Корвет, Вектор, Престиж, ПСС-39518, ПСС-39495.

Статистическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову (Москва, 2015). Математическую обработку опытных данных проводили с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel 2016. Данная работа проиллюстрирована рисунками, созданными с помощью программы PaintTool SAI Ver/2. Коллекция фотобезобразов для базы данных по тератным формам сахарной свеклы была сделана с помощью камеры Apple iPhone 11.

Испытание селекционного материала сахарной свеклы по устойчивости к цветущности в условиях Республики Беларусь 2023–2025 гг. В предварительном испытании, заложенном в Республике Беларусь изучалось 15 экспериментальных гибридов сахарной свеклы и 4 перспективных гибрида ФГБНУ «Первомайская СОС» – Рубин, Корвет, Первомайский, Престиж. В качестве контроля использованы коммерческие гибриды Рекордина (КВС) и Белполь (Белорусско-Польский), а также 2 экспериментальных гибрида селекции Беларусь –363 и 354. Посев селекционного материала был проведен 29 апреля сеялкой «Винтерштайгер». Повторность предварительного испытания четырехкратная, площадь учетной делянки 10,8 м², размещение делянок рандомизированное. В эко-

логическом испытании, проведенном в Республике Беларусь, изучались шесть гибридов сахарной свеклы ФГБНУ «Первомайская СОС» – Вектор, Корвет, Престиж, Первомайский, ПСС-40166, ПСС-40181 и одиннадцать гибридов других селекционных компаний. Закладку опытов и учет продуктивности гибридов проводили по методике производственных испытаний, принятой в селекции сахарной свеклы. Сахаристость и технологические качества определяли в лаборатории на автоматической линии «Венема».

Методика проведения ПЦР анализа и выделения ДНК. ДНК элюировали коммерческими наборами для экстракции ДНК Экстран-3 (ООО «Синтол»). Качество образца оценивали электрофорезом в 1,3%-м агарозном геле в TBE-буфере (0,1 М трис, 0,1 М борная кислота, 0,05 М ЭДТА, pH 8.0), концентрацию нуклеиновой кислоты определяли с использованием набора HS QubitR (Thermo Fisher Scientific, США).

Идентификацию нуклеотидных и белковых последовательностей выполняли путем поиска гомологичных последовательностей в базе данных NCBI (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>). Дополнительный поиск гена и исследование функций выполнены с использованием сервера KAAS с параметрами по умолчанию.

ПЦР-амплификацию проводили на приборе SimpliAmp (Thermo Fisher Scientific). Температурный оптимум для отжига праймеров подбирали с помощью реакции ПЦР с температурным градиентом. Реакцию амплификации проводили согласно следующему протоколу:

1. 94 °C в течение 5 мин (предварительная денатурация для активации ДНК-полимеразы Hotstart);
2. 94 °C в течение 30 с (денатурация в начале амплификационного цикла);
3. 61 °C в течение 50 с (отжиг праймеров);
4. 72 °C в течение 50 с (элонгация) – 30 циклов;
5. 72 °C в течение 7 мин (финальная элонгация).

Для обнаружения и дальнейшего изучения гена *BTC1* в работе использовали пару праймеров F99/R99, сконструированную в программе Primer BLAST (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/>):

F99 – 5'-GTACAATTCAGGCACAACCTGGTAAC-3'

R99 – 5'-CTTTTGTCAAAGCATCTTTCTTTACGCTT-3'.

Пара праймеров F99/R99 охватывает всю область экзона 9 (823 пн).

Для регистрации продуктов ПЦР-амплификации проводили аналитический электрофорез в 1,5%-м агарозном геле с бромистым этидием. Результаты классической ПЦР визуализировали в гель-документирующей системе E-Box (Vilber Lourmat, Франция).

Секвенирование проводили на генетическом анализаторе 3500 Applied Biosystems (Thermo Fisher Scientific, США).

Эксперименты проводили в 3-кратной повторности.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ НА РАННИХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

3.1 Оценка селекционного материала сахарной свеклы по признаку цветушности и отбор устойчивых форм

Сахарная свекла в течение своего двухлетнего жизненного цикла проходит ряд последовательных стадий развития, включая термоиндуктивную, световую и другие фазы. Ускоренное прохождение первых двух стадий еще на первом году жизни приводит к образованию цветухи. Особенности развития растений сахарной свеклы зависят от происхождения сорта или биотипа. Понимание этих различий играет ключевую роль в селекционной и семеноводческой работе.

Для определения склонности различных материалов сахарной свеклы к цветушности и проведения отбора широко применяется метод провокационных сроков посевов: ранневесенний и подзимний. Суть метода заключается в создании специальных условий посева, которые позволяют выявить у растений определенные признаки, такие как устойчивость к цветушности (образованию цветоносов). Семена высевают раньше обычных сроков, чтобы растения подверглись воздействию пониженных температур (термоиндукции), что стимулирует цветушность и позволяет выявить растения, склонные к преждевременному образованию цветоносов. Растения, которые не образуют цветоносов в условиях провокационного фона, считаются устойчивыми к цветушности. Растения склонные к образованию цветоносов, выбраковываются.

Перечисленные способы позволяют выделить из популяции свеклы нецветушные генотипы. Следует помнить, что выбраковка цветущих генотипов – это разновидность негативного отбора, однако нет гарантии, что среди оставшихся нецветущих растений отсутствуют модификанты. Тем не менее подзимний посев можно использовать в качестве провокационного фона для оценки селекционных материалов, сортов и гибридов сахарной свеклы по их склонности к цветушности (Балков, 2017).

Эффективность этого способа в значительной мере зависит от почвенно-климатических условий, возможности проведения посева сахарной свеклы в наиболее ранние сроки, при которых в большей мере проявляется цветущность.

Используя эти данные, на базе ФГБНУ «Первомайской селекционно-опытной станции», в декабре 2019 г. был заложен опыт по изучению и разработке эффективного способа оценки и отбора селекционного материала по устойчивости к цветущности. Для характеристики различных материалов сахарной свеклы использовали способ подзимнего и ранневесеннего посева замоченными семенами (провоцированными низкими температурами в термостате).

Проведенные исследования показали, что при подзимнем посеве цветущность изучаемого селекционного материала проявилась в большей степени, чем при посеве весной яровизированными семенами, однако сопоставимость, сравнимость между номерами и гибридами сохранялась. Подобные выводы были сделаны и другими исследователями (Селихов, 1935; Балков, 2017).

Анализируя полученные результаты учета цветущих растений в селекционном материале двух провокационных фонов при различных сроках посева, можно отметить, что наибольшая дифференциация селекционного материала по признаку цветущности наблюдается при подзимнем посеве, результаты представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Проявление цветущности у селекционного материала сахарной свеклы в динамике при подзимнем посеве, 2019–2020 гг.

№ п/п	Селекционный материал	Каталож- ный номер	Общее количе- ство расте- ний, шт.	Количество цветущих растений						
				ранняя цветущ- ность, шт.			поздняя цветущность, шт.			цветущ- ность, %
				9.06	15.06	23.06	30.06	12.07	19.08	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	МС 12169хОТ 12122	34573	40	0	0	1	0	1	0	5
2	Кубанский МС 95 F ₁	36543	70	10	1	4	2	2	4	33
3	Оп 10183	35469	130	3	5	5	4	3	0	15

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	ОТ 12122	34574	2	1	0	0	0	1	0	2
5	МС 4935хОТ 4936	35810	59	4	6	5	8	10	0	56
6	Рубин F ₁	36481	63	5	8	1	7	2	0	36
7	Оп 5121х5137	35466	124	3	1	0	1	0	0	4
8	ОТ 4936	35841	19	3	0	0	3	1	0	32
9	МС 27038хОТ 12126	37836	68	2	0	3	1	1	1	12
10	Первомайский F ₁	37833	115	2	2	2	5	8	0	16
11	Оп 6279	37131	147	1	0	0	1	1	2	3
12	ОТ 12126	37141	72	0	0	0	1	1	0	3
13	МС А-1хОТ 11301	37127	71	11	1	6	5	2	0	35
14	Корвет F ₁	37731	107	5	1	1	4	2	0	12
15	Оп 5121П99/96	37130	116	0	0	0	0	2	4	33
16	ОТ 11301	35478	83	19	4	9	4	8	1	54
17	МС 11348хОТ 11301	35476	63	15	4	8	5	2	0	54
18	Престиж F ₁	37769	91	10	5	10	2	3	2	35
19	Оп 5046х5063	37132	85	8	2	1	1	2	4	36
20	Оп 10632	39273	83	1	1	2	2	4	1	17
21	БТС 5800 – F ₁	38523	22	0	0	0	1	0	3	18

Таблица 4 – Проявление цветущности у селекционного материала сахарной свеклы в динамике при ранневесеннем сроке посева, 2020 г.

№ п/п	Селекционный материал	Каталож- ный номер	Общее количе- ство рас- тений, шт.	Количество цветущих растений						
				ранняя цветушность, шт.			поздняя цветушность, шт.			цветуш- ность, %
				9.06	15.06	23.06	30.06	12.07	19.08	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	МС 12169хОТ 12122	34573	76	0	0	0	0	0	0	0
2	Кубанский МС 95 F ₁	36543	57	0	0	0	0	0	0	0
3	Оп 10183	35469	60	0	0	0	0	0	0	0
4	ОТ 12122	34574	66	0	0	0	0	0	0	0

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	МС 4935хОТ 4936	35810	69	0	0	0	0	0	0	0
6	Рубин F ₁	36481	56	0	0	1	0	1	2	5
7	Оп 5121х5137	35466	58	0	0	0	0	0	0	0
8	ОТ 4936	35841	58	0	0	0	0	0	0	0
9	МС 27038хОТ 12126	37836	62	0	0	0	0	0	0	0
10	Первомайский F ₁	37833	86	0	0	0	0	0	0	0
11	Оп 6279	37131	29	0	0	0	0	0	0	0
12	ОТ 12126	37141	33	0	0	0	0	0	0	0
13	МС А-1хОТ 11301	37127	63	0	0	0	0	0	0	0
14	Корвет F ₁	37731	73	0	0	0	0	0	0	0
15	Оп 5121П99/96	37130	43	0	0	0	0	0	0	0
16	ОТ 11301	35478	67	0	0	0	1	1	3	7
17	МС 11348хОТ 11301	35476	53	0	1	0	1	2	4	15
18	Престиж F ₁	37769	60	0	0	0	0	0	0	0
19	Оп 5046х5063	37132	42	0	0	0	0	0	0	0
20	Оп 10632	39273	67	0	0	0	0	0	0	0
21	БТС 5800 – F ₁	38523	72	0	0	0	0	0	0	0

По склонности к цветущности образцы сахарной свеклы можно разделить на четыре группы:

I – нецветущные;

II – малоцветущные (не более 10 %);

III – цветущные (10–50 %);

IV – сильноцветущные (более 50 % цветущих растений).

Первая группа представляет наибольший практический интерес (Красочкин, 1971).

У различных селекционных материалов цветущность варьировала в пределах от 2 до 56 %. Абсолютно устойчивых к цветущности материалов выявлено не было. Из всего набора исследуемых материалов в группу малоцветущных можно отнести МС 12169хОТ 12122 – 5 %, ОТ 12122 – 2 %, Оп 5121х5137 – 4 %, Оп 6279 – 6 %,

ОТ 12126 – 6 %. Большая часть материалов вошла в группу, цветущность которых составила 12–36 %. В большей степени цветущность проявилась у линий МС 4935хОТ 4936 – 56 %, МС 11348хОТ 11301 – 54 %, ОТ 11301 – 54 %.

Многочисленные исследователи подчеркивают сложность генетического контроля цветения свеклы, указывая на различие степени ее проявления в зависимости от сортовых особенностей и условий культивирования. Свекла характеризуется высокой приспособляемостью, проявляя способность цвести как в первый, так и во второй годы своего жизненного цикла. Согласно выводам Г. Бандлова (1955 г.), среди сортов свеклы существуют линии с устойчивыми и нестабильными факторами, определяющими склонность к цветению (Неговский, 1968; Bandler, 1955; Haverson, 2009).

Лабильный тип генов способен проявляться через ряд различных аллельных вариантов, обуславливая появление линий с разным уровнем предрасположенности к преждевременному цветению. Было предложено выделить дополнительный фактор *B1*, являющийся одним из аллелей основного гена *B*. У растений, несущих такой фактор, обычно проявляется двухлетняя форма роста, однако они склонны переходить к формированию соцветия даже после кратковременного воздействия пониженных температур (Савицкий, 1940).

Первый известный локус *B* («стрелкование»), регулирующий переход растений свеклы к стадии образования цветков уже в первый год жизни, был описан О. Мунерати (1931) применительно к коммерческому сорту сахарной свеклы. Позднее А. Абегг (1936) установил, что ген *B* контролирует однолетнюю форму развития растения, стимулируя выброс цветоносных побегов еще в течение первого сезона роста. Генотип *bb* соответствует двухлетним формам свеклы, начинающим цвести лишь после прохождения процесса яровизации. Эволюционно локус *B* рассматривается как ключевой регулятор перехода между одно- и двухлетними жизненными циклами представителей рода *Beta* (Pin, 2012; Biscarini, 2014).

Предрасположенность к цветению определяется наследственными характеристиками. Ранее были выявлены три основных гена, влияющих на сроки начала цветения: *B* (обеспечивающий однолетний цикл), *B1* (способствующий ускорен-

ному развитию цветов) и *lb* (отвечающий за позднее цветение). Активность этих генов находится под влиянием таких факторов внешней среды, как температура и продолжительность светового дня.

Подзимний провокационный посев позволил не только дифференцировать селекционный материал по степени проявления цветущности, но и разделить материал по срокам проявления данного признака. Отмечено, что сильноцветущие материалы проявили в большей степени раннюю цветуху, обусловленную, скорее всего, присутствием в генотипах гена *Bl*. Цветущность у родительских форм МС 4935хОТ 4936, МС 11348хОТ 11301, ОТ 11301, Оп 10183, Оп 5046х5063, проявлялась на протяжении всего вегетационного периода. В опыте с весенним посевом с семенами, прошедшими термоиндукцию, цветущность подтвердилась у тех же материалов, но она проявилась в более поздние сроки вегетации.

Среди гибридов, несмотря на жесткие провокационные условия, сложившиеся при подзимнем посеве, малый процент цветущности был отмечен на гибридах Первомайский – 16 % и Корвет – 12 %.

При посеве яровизированными семенами весной, цветущность у селекционных материалов проявилась в меньшей степени. Небольшой процент цветущности – 5 % был отмечен на гибриде Рубин. Среди родительских форм цветущность подтвердилась на МС 11348хОТ 11301 – 15 %, ОТ 11301 – 7 %.

Опыты с подзимним посевом подтвердили высокую эффективность оценки селекционного материала по признаку цветущности. Однако не всегда удается осуществить закладку провокационного подзимнего фона, а в отдельные годы, наклюнувшиеся осенью семена зимой вымерзают. Такие соображения говорят в пользу ранневесеннего срока посева яровизированными семенами, но эффективность отбора нецветущих генотипов выше на фоне максимального проявления цветущности.

При подзимнем посеве цветущность отдельных селекционных номеров может составлять 50–70 %. В тех же условиях односемянные инцухт-линии проявляли цветущность в пределах 0,0–2,7 %. Характерно, что и стерильные аналоги этих ли-

ний были практически нецветущими, что имеет важное значение в селекции на признак цветущности. Таким образом, принудительное самоопыление можно рассматривать как метод создания разнообразных линий сахарной свеклы, в том числе устойчивых к цветущности. Но он не может дать сравнительной оценки гибридов и номеров по их склонности к цветухе. В отличие от самоопыления подзимний посев, длительная термоиндукция, дополнительное освещение и другие приемы воздействия внешними условиями – это не воздействие на генотип, а провокационные фоны для сравнения селекционных материалов по устойчивости к цветухе. Обычно эти приемы завершаются отбором присутствующих в популяции нецветущих растений с последующим самоопылением потомства и отбором нецветущих линий, который можно использовать в селекционных целях. В качестве объекта отбора на таких фонах более предпочтительны номера, показавшие в тех же условиях минимальную цветущность. В тех случаях если один и тот же номер выращивался в различных условиях, отбор нецветущих растений лучше делать на фоне максимальной цветущности (Балков, 2017; Жабатинская, 2019; Логвинов, 2022).

Для создания линий устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды более надежным приемом у перекрестноопыляющихся растений служит принудительное самоопыление, которое в сочетании с индивидуальным отбором по различным важным биолого-хозяйственным признакам позволяет создавать линии, обладающие ценными характеристиками.

Поэтому осенью 2020 г. после браковок цветущих растений оставшиеся корнеплоды родительских линий были отобраны для дальнейшей селекционной работы по созданию устойчивых к цветущности линий сахарной свеклы в процессе самоопыления и продолжения исследований в рамках поставленных задач.

При самоопылении в потомстве иногда формируются линии с четко выраженными свойствами, в том числе и склонностью к цветущности. Для селекции на нецветущность наибольший интерес представляет тот факт, что в процессе самоопыления очень часто выщепляются линии, у которых в равных условиях цветущность не проявляется.

Отобранные корнеплоды-родоначальники были помещены в корнехранилище ФГБНУ «Первомайская СОС» с регулируемой температурой и влажностью воздуха для хранения.

Весной в первой декаде апреля 2021 г. материалы, прошедшие отбор в 2020 г. на провокационном к цветущности фоне, были высажены на экспериментальном участке для индивидуальной и парной изоляции.

В период вегетации перед цветением у МС линий и линий закрепителей стерильности О-типа проводился контроль по признаку раздельноплодности. Стерильные линии оценивались дополнительно по показателям стерильности. Сростно-плодные линии опылители проверялись по фертильности пыльцы и проводился отбор растений по характерным фенотипическим признакам. Очень важно при самоопылении своевременно провести изоляцию растений, чтобы полностью исключить проникновение чужеродной пыльцы под изолятор. Поэтому после учета основных параметров в фазе бутонизации растения сахарной свеклы изолировались бязевыми изоляторами (рисунки 3–4). В процессе самоопыления используются индивидуальные и парные изоляторы.

Перечень селекционных материалов и объемы завязавшихся семян в процессе самоопыления и парной изоляции представлены в таблице 5.

Степень завязываемости семян при самоопылении определяется тремя факторами: видовыми особенностями растений, влиянием условий выращивания и инбредной депрессией. Наибольшее влияние на завязываемость семян оказывают условия вегетации. Свекла относится к перекрестноопыляющимся растениям. Однако наряду с ксеногамией – перекрестным опылением между цветками различных растений, свекле свойственны и гетерогамия – опыление между цветками того же растения, и аутогамия – опыление в пределах цветка. Это важное свойство дает возможность получать самоопыленные линии, обладающие ценными признаками при расщеплении популяции в процессе самоопыления и отбора.



Рисунок 3 – Индивидуальная изоляция растений сахарной свеклы на опытном участке ФГБНУ «Первомайская СОС», 2021 г.



Рисунок 4 – Парная изоляция растений сахарной свеклы на опытном участке ФГБНУ «Первомайская СОС», 2021 г.

Таблица 5 – Количество семян селекционного материала сахарной свеклы
прошедшего цикл отбора на провокационном фоне при подзимнем
посеве полученные в процессе самоопыления, 2021 г.

№ п/п	Каталожный номер		Селекционный материал	Номер изолятора	Вес, г
	2021 г.	2020 г.			
Парная и индивидуальная изоляция					
1	38716	35476	МС 11348хОТ 11301 н/ц х	1	3,4
2	38717	35478	ОТ 11301 н/ц		2,2
3	38619	34573	МС 12169хОТ 12122 н/ц х	1	6,2
4	38620	34574	ОТ 12122 н/ц		3,3
5	38718	37127	МС А-1хОТ 11301 н/ц х	1	3,1
6	38719	35478	ОТ 11301 н/ц		2,9
7	38720	37127	МС А-1хОТ 11301 н/ц х	2	3,9
8	38721	35478	ОТ 11301 н/ц		2,3
9	38689	37836	МС 27038хОТ 12126 н/ц х	1	3,8
10	38690	37141	ОТ 12126, 3/22 н/ц		4,5
11	38534	35810	МС 4935х ОТ 4936 н/ц х	1	7,1
12	38530	35841	ОТ 4936 н/ц		3,8
13	38795	37141	ОТ 12126 н/ц	3	3,0
14	38796	37141	ОТ 12126 н/ц	4	4,4
Среднее по раздельноплодным материалам					3,8
15	38817	37131	Оп 6279 н/ц	1	16,5
16	39294	35466	Оп 5121х5137 н/ц		11,0
17	39272	35469	Оп 10183 н/ц	1	19,1
18	38810	37130	Оп 5121П99/96 н/ц	1	2,8
19	39273	35470а	Оп 10632 н/ц	1	15,8
20	39275	35470а	Оп 10632 н/ц	2	1,7
21	39276	37132	Оп 5046х5063 н/ц	1	14,6
Среднее по линиям Оп					11,6

Наши исследования проводились на ранее созданных самофертильных линиях сахарной свеклы высокой степени инбридинга. Поэтому большинство ото-

бранных на провокационном фоне растений завязали достаточное для продолжения исследований количество семян. Наибольшая завязываемость при самоопылении отмечена у сростноплодных линий-опылителей, в среднем количество завязавшихся семян на 1 растении составило 11,6 г. В большинстве случаев на одном растении завязалось от 11,0 до 19,1 г семян. Меньшей завязываемостью с 1 растения характеризовались раздельноплодные материалы, средняя завязываемость составила 3,8 г. Варьирование находилось в пределах 2,2–7,1 г, наилучшая завязываемость отмечена у МС линий МС 12169хОТ 12122 н/ц – 6,2 г и МС 4935хОТ 4936 н/ц – 7,1 г. Линии-закрепители стерильности имели завязываемость в пределах 2,2–4,4 г.

Часть полученных семян каждого номера оставлены для подтверждения полученных результатов и уточнения критериев оценки селекционных материалов при ранневесеннем провокационном сроке посева на цветущность в 2022 г., в сравнении с контролем – исходными линиями, не проходившими тестирование и отбор в провокационном посеве.

Оставшиеся семена были высеяны в селекционном питомнике летнего срока сева для получения корнеплодов-штеклингов. Полученные корнеплоды-штеклинги хранятся в селекционном корняхранилище, где проходят фазу термоиндукции, после чего используются в дальнейшей селекционной работе для получения семян. Оптимальными условиями хранения и прохождения стадии термоиндукции корнеплодов сахарной свеклы, является температура +2...+4 °С и относительная влажность воздуха 90–92 %.

В конце периода хранения корнеплодов, перед их посадкой температуру в хранилище постепенно повышают до +4...+5 °С, не допуская при этом сильного израстания посадочного материала. В корняхранилище корнеплоды хранятся до конца февраля – начала марта, в зависимости от погодных условий. С наступлением устойчивых положительных температур корнеплоды перебираются и высаживаются на опытные участки, согласно селекционных схем, где они развиваются в семенные растения, цветут и дают семена.

Высадочный способ репродуцирования семян сахарной свеклы с использованием корнеплодов-штеклингов представляет собой последовательный цикл агротехнических мероприятий, который ежегодно повторяется для получения качественного семенного материала:

1-й год вегетации (этап): летне-осенний **посев** семян, уход за растениями, осенняя уборка корнеплодов-штеклингов с обрезкой розеток, их хранение в корневранилище – прохождение фазы термоиндукции в течение 45–90 сут;

2-й год вегетации (этап): ранняя весенняя посадка корнеплодов-штеклингов, уход за семенниками, уборка семенных растений (срезка, сушка, обмолот и очистка вороха семян), предпосевная подготовка.

В погодно-климатических условиях Краснодарского края, где находится ФГБНУ «Первомайская СОС» при орошении удастся получить корнеплоды-штеклинги из свежееубранных семян и сократить двухлетний цикл развития сахарной свеклы в два раза.

Количество корнеплодов-штеклингов селекционного материала сахарной свеклы, прошедших отбор по признаку нецветущности и полученных в 2021 г., представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Количество корнеплодов–штеклингов селекционного материала сахарной свеклы после цикла отбора по признаку цветущности, 2021–2022 гг.

№ п/п	Каталожный номер	Селекционный материал	Количество корнеплодов, шт.
1	2	3	4
Парная изоляция			
1	38716	МС 11348хОТ 11301 н/ц х	53
2	38717	ОТ 11301 н/ц	22
3	38619	МС 12169хОТ 12122 н/ц	61
4	38620	ОТ 12122 н/ц	23
5	38718	МС А-1хОТ 11301 н/ц х	31
6	38719	ОТ 11301 н/ц	19
7	38720	МС А-1хОТ 11301 н/ц х	49
8	38721	ОТ 11301 н/ц	13

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
9	38689	МС 27038хОТ 12126 н/ц	68
10	38690	ОТ 12126, р-3/22 н/ц	15
11	38534	МС 4935хОТ 4936 н/ц х	77
12	38530	ОТ 4936 н/ц	28
Самоопыление, индивидуальная изоляция			
13	38795	ОТ 12126 р-2/22 н/ц	13
14	38796	ОТ 12126 р-1/22 н/ц	24
15	38817	Оп 6279 н/ц	56
16	39294	Оп 5121х5137 н/ц	61
17	39272	Оп 10183 р-1/22 н/ц	19
18	38810	Оп 5121 р-1/22 н/ц	23
19	39274	Оп 10632 р-2/22 н/ц	14
20	39273	Оп 10632 р-3/22 н/ц	35
21	39276	Оп 5046х5063 р-1/22 н/ц	46

Дальнейшая работа состояла в проведении скрещиваний (гибридизация) родительских линий, прошедших отбор на цветущность, и получении гибридных семян (F_1), устойчивых к цветущности (рисунок 5).



Рисунок 5 – Получение семян селекционного материала сахарной свеклы под групповыми изоляторами, 2022 г.

Уход за растениями состоял в регулярных поливах, рыхлении междурядий и прополках от сорняков. По мере необходимости проводили обработки химическими препаратами против вредителей и болезней. В фазу бутонизации, до открытия цветков, проводили осмотр растений, выбраковку нежелательных генотипов и изоляцию растений от неконтролируемого опыления. Уборку и обмолот провели по мере созревания семян в первой декаде июля.

На рисунке 6 представлены схемы проводимых скрещиваний под групповыми изоляторами.

(38718) МС (А-1х11301) н/ц Х (38810) Оп 5121н/ц	(38689) МС (27038х12126) н/ц Х (38817) Оп 6279 н/ц	(38796) ОТ 12126 н/ц
(38619) МС (12169х12122) н/ц Х (39272) Оп 10183 н/ц	(38716) МС (11348хОТ 11301)н/ц х ОТ 11301 н/ц	(37795) ОТ 12126 н/ц
(38716) МС (11348х11301) н/ц Х (39276) Оп 5046х5063 н/ц	(38720) МС (А-1х11301) н/ц Х (38721) ОТ11301 н/ц	(38530) ОТ 4936 н/ц
(38534) МС (4935х4936) н/ц Х (39294) Оп 5121х5137 н/ц	(38720) МС (А-1х11301) н/ц Х (38721) ОТ11301 н/ц	(39273) Оп 10632- 3/22

Рисунок 6 – Схема скрещиваний и размножения в чистоте селекционного материала сахарной свеклы под групповыми изоляторами, прошедших отбор на нецветушность, 2022 г.

В опытах В. И. Буренина (1983 г.) при проведении оценки холодостойкости образцов столовой и кормовой свеклы установлено, что наиболее устойчивые холоду сорта, как правило, были нецветущими, также отмечена положительная корреляция между холодостойкостью свеклы и устойчивостью к корневому гниению.

В дальнейших исследованиях нам предстояло изучить полученные гибриды и родительские линии по степени устойчивости к цветущности и холоду в различных

экологических пунктах и в лабораторных условиях с использованием провокационного фона с низкими температурами.

Количество семян различных групп селекционных материалов, полученных в процессе размножения и скрещиваний под групповыми изоляторами в 2022 г., представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Завязываемость семян материалов, прошедших цикл отбора на провокационном фоне в процессе самоопыления и гибридных семян в групповых изоляторах, 2022 г.

№ п/п	Каталожный номер	Селекционный материал	Вес семян, г
Индивидуальная изоляция			
1	39994	Оп 5121х5137 р-2/23 н/ц	19,8
2	39995	Оп 5121х5137 р-3/23 н/ц	20,0
3	39996	Оп 5121х5137 р-4/23 н/ц	19,5
4	40000	Оп 5121 П99/96 р-1/23 н/ц	16,8
5	40003	Оп 5121 П99/96 р-4/23 н/ц	14,0
6	40004	Оп 5121 П99/96 р-5/23 н/ц	22,3
7	40005	Оп 5046х5063 р-1/23 н/ц	4,2
8	40006	Оп 5046х5063 р-2/23 н/ц	28,0
9	40007	Оп 5046х5063 р-3/23 н/ц	13,2
Групповые изоляторы			
10	40074	МС А-1хОТ 11301 н/ц	87,9
11	40076	МС 11348хОТ 11301 н/ц	75,3
12	40078	ОТ 4936 н/ц	66,0
13	40198	Престиж н/ц	400
14	40199	Первомайский н/ц	370
15	40197	Рубин н/ц	200
16	40201	Кубанский МС 95 н/ц	140
17	40202	Корвет н/ц	730

В наших исследованиях решалась задача экспериментальным путем уточнить корреляционные зависимости на сахарной свекле и разработать унифицированную методику тестирования селекционных материалов и гибридов сахарной свек-

лы с использованием провокационных фонов при ранневесенним посеве и отборе наиболее устойчивых к цветущности и холоду форм.

С этой целью в 2022 г. был заложен опыт с провокационным ранневесенним посевом селекционных материалов сахарной свеклы. Вариантами опыта служили образцы, прошедшие цикл отбора на провокационном подзимнем сроке посева, в качестве контроля в опыт были включены исходные селекционные материалы без отбора (таблица 8).

Таблица 8 – Результаты тестирования селекционного материала сахарной свеклы прошедшего отбор по устойчивости к цветущности в динамике, 2022 г.

№ п/п	Каталожный номер	Селекционный материал	Количество цветущих растений в динамике, шт.		Всего растений, шт.	Цветущ- ность, %
			ранняя цве- тушность, 17.06	поздняя цве- тушность, 20.09		
1	2	3	4	5	6	7
Материалы после цикла отбора						
1	38619	МС 12169хОТ 12122 н/ц*	0	8	87	9,1
2	38620	ОТ 12122 н/ц	0	2	71	2,8
3	39272	Оп 10183 н/ц	2	3	65	7,7
4	38534	МС 4935хОТ 4936 н/ц	18	8	78	33,0
5	38530	ОТ 4936 н/ц	6	1	46	15,2
6	38810	Оп 5121х5137 н/ц	2	6	76	10,5
7	38689	МС 27038хОТ 12126 н/ц	0	2	86	2,3
8	38796	ОТ 12126 н/ц	1	0	80	1,3
9	38816	Оп 6279 н/ц	0	0	68	0
10	38720	МС А-1хОТ 11301 н/ц	0	0	73	0
11	38717	ОТ 11301 н/ц	9	6	56	19,5
12	39273	Оп 5121П99/96 н/ц	0	3	67	4,5
13	38716	МС 11348хОТ 11301 н/ц	6	7	89	14,6
14	39276	Оп 5046х5063 н/ц	1	3	84	4,8
15	39273	Оп 10632 р-3/22 н/ц	1	1	62	3,2
Среднее			3	3	-	8,6
Контрольные образцы						
16	34573	МС 12169хОТ 12122	2	4	65	9,2

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6	7
17	34574	ОТ 12122	0	3	70	4,3
18	35469	Оп 10183	4	6	55	18,2
19	35810	МС 4935хОТ 4936	14	11	52	48,0
20	35841	ОТ 4936	8	3	39	28,2
21	35466	Оп 5121х5137	44	7	72	70,8
22	37836	МС 27038хОТ 12126	3	6	72	12,5
23	37141	ОТ 12126	0	8	87	9,2
24	37131	Оп 6279	3	5	74	10,8
25	35476	МС 11348хОТ 11301	18	3	68	30,8
26	35478	ОТ 11301	6	3	46	26,7
27	37132	Оп 5046х5063	2	6	76	10,5
28	37127	МС А-1хОТ 11301	4	15	70	27,1
29	35478	ОТ 11301	17	5	71	30,9
30	37130	Оп 5121П99/96	12	6	76	23,7
31	38523	БТС 5800 – F ₁	1	2	75	4,0
Среднее			9	5,8	-	23,2
НСР ₀₅						13 %
Доля влияния фактора отбора						56,8 %
* – нецветущие генотипы после самоопыления, прошедшие отбор на провокационных фонах.						

Анализ полученных результатов тестирования селекционных материалов, прошедших цикл отбора на провокационном фоне после самоопыления, показал общее снижение цветущности по сравнению с контрольными вариантами с 23,2 до 8,6 % (рисунок 7). Из 15 изучаемых линий снижение ранней цветущности с 9 до 3 % наблюдалось в большей степени на материалах, которые изначально имели более низкие показатели цветущности при тестировании. Исключение составили раздельноплодные материалы МС 4935 и ее закрепитель стерильности ОТ 4936, а также МС 11348 и ОТ 11301, показатели ранней цветущности у которых составили соответственно 18, 6,6 и 9 %. Вероятнее всего, цветущность у данных материалов обусловлена присутствием в генотипе различных групп генов *B* (однолетность) и генов *1b* (поздняя цветущность). Цветущность остальных материалов была вызвана геном *B1* (ранняя цветущность), наличие которого можно контролировать негативными отборами по данному призна-

ку на провокационных фонах. Проведенные исследования позволяют сделать предварительное заключение, что для контроля поздней цветущности одного цикла отбора при подзимнем посеве недостаточно, особенно у материалов, изначально проявляющих высокую цветущность. В этом направлении исследования будут продолжены с целью изучения второго цикла отбора.

Существенность различий по цветущности материалов, прошедших цикл отбора по сравнению с контролем без отбора, подтверждена у материалов МС 4936хОТ 4936, ОТ 4936, Оп 5121х5137, МС А-1хОТ 11301, МС 11348хОТ 11301, Оп 5046х5063 и Оп 10632 р3/22. Статистическая обработка подтвердила достоверность полученных результатов исследований. Доля влияния фактора отбора относительно велика и составляет 56,8 % с уровнем вероятности $P > 0,95$.

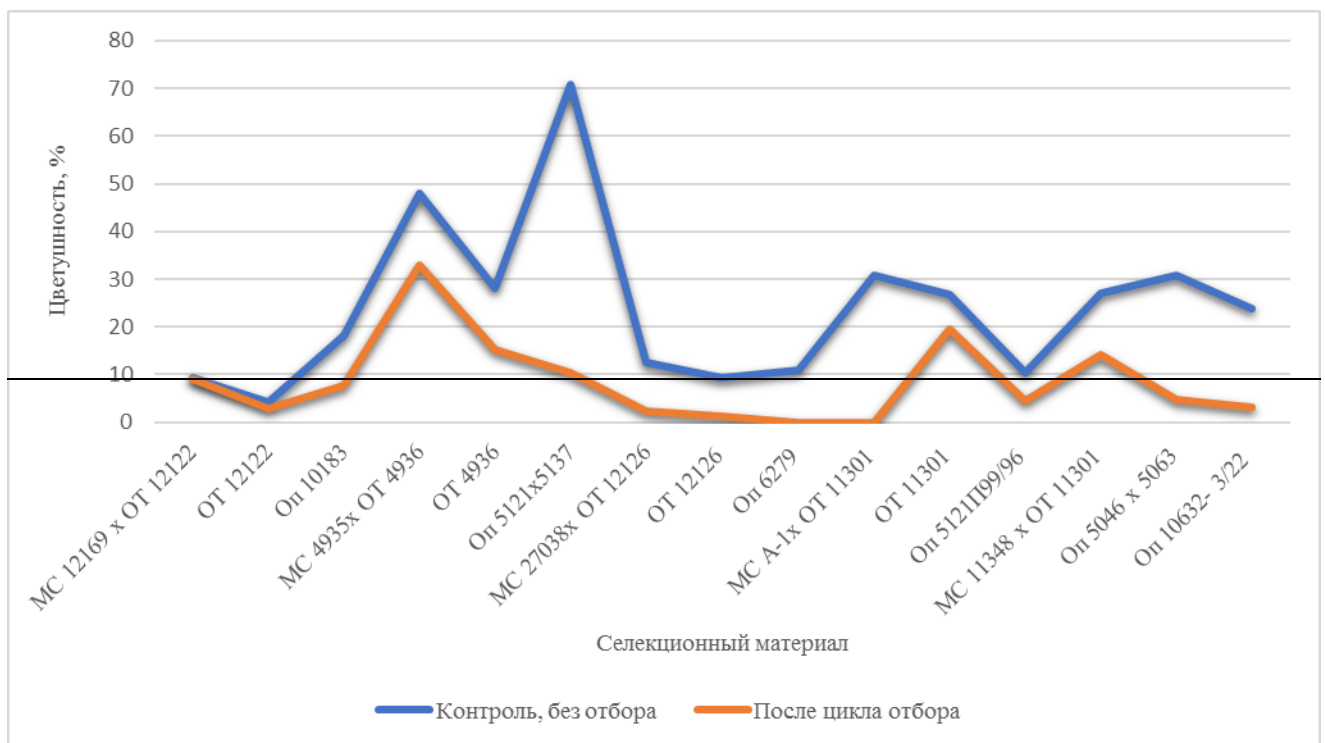


Рисунок 7 – Результаты тестирования селекционного материала по признаку цветущности, 2022 г.

Проведенные исследования позволили получить характеристику селекционного материала по устойчивости к цветущности. Выделены группы образцов, обладающих ранней цветущностью, обусловленной присутствием в генотипе гена *B1* и с поздней цветущностью – *lb*. Установлено, что для контроля поздней цветущности

в селекционном материале, одного цикла отбора недостаточно. А также, что на активность генов цветущности влияют – температура, продолжительность термоиндукции при низких температурах и длина дня.

В процессе экспериментальных исследований установлено, что результативность отбора в большей степени зависит от погодных условий, сложившихся в провокационный период. Важно отметить, что в условиях Краснодарского края наиболее приемлемым для отбора нецветущих генотипов является подзимний посев, который позволяет отобрать генотипы, устойчивые к ранней и в большинстве случаев к поздней цветущности. Для тестирования селекционных материалов сахарной свеклы по признаку цветущности в условиях Краснодарского края эффективнее использовать ранневесенний посев, проведенный в максимально ранние сроки, начиная с первой декады февраля.

В 2023 г. был заложен опыт по тестированию селекционных материалов, прошедших второй цикл отборов. В эксперимент были включены селекционные материалы, которые в большей степени проявляли цветущность при первом тестировании. Семена были получены под индивидуальными изоляторами при самоопылении. Ранневесенний провокационный посев проведен 6 февраля 2023 г., учеты проводили в динамике с интервалом 10–15 дн, начиная с момента появления первых цветущих растений. Результаты тестирования селекционных материалов, прошедших второй цикл отбора по цветущности в динамике, представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Результаты тестирования селекционного материала сахарной свеклы после 2-го цикла отбора по устойчивости к цветущности, 2023 г.

№ п/п	Каталожный номер	Селекционный материал	Количество цветущих растений, шт.	Цветущность, %
1	2	3	4	5
1	39994	Оп 5121х5137 р-2/23 н/ц	3	5,0*
2	39995	Оп 5121х5137 р-3/23 н/ц	2	1,0*
3	39996	Оп 5121х5137 р-4/23 н/ц	5	7,0

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
4	40000	Оп 5121 П99/96 p-1/23 н/ц	1	1,0*
5	40003	Оп 5121 П99/96 p-4/23 н/ц	0	0*
6	40004	Оп 5121 П99/96 p-5/23 н/ц	1	1,0*
7	40006	Оп 5046x5063 p-2/23 н/ц	2	4,0*
8	40007	Оп 5046x5063 p-3/23 н/ц	2	3,0*
9	40074	МС А–1хОТ 11301 н/ц	4	5,8
10	40076	МС 11348хОТ 11301 p-1/18 н/ц	12	5,7
Среднее				3,4
11	35466	Оп 5121x5137 контроль	17	23,0
12	37130	Оп5121П99/96 контроль	8	13,0
13	37132	Оп 5046x5063 контроль	5	20,0
14	37127	МС А–1хОТ 11301 контроль	4	10,5
15	35476	МС 11348хОТ 11301 контроль	8	14,3
Среднее				16,2
НСР ₀₅				10,7 %
* – самоопыленные линии с достоверно более низкими показателями цветущности при 5%-м уровне значимости.				

Полученные результаты тестирования селекционных материалов, прошедших два цикла отбора на провокационном фоне, показывают, что количество цветущих растений по всем селекционным материалам значительно снижается по сравнению с исходными образцами, использованными в качестве контроля. Средний показатель цветущности по всем вариантам после двух циклов отбора снизился и составил 3,4 % против среднего показателя 16,2 % на контрольных вариантах. Наибольшая устойчивость отмечена у самоопыленных линий Оп 5121 П99/96 p-4/23 (40003) (цветущность – 0 %), Оп 5121 П99/96 p-1/23 (40000) (цветущность – 1 %) и Оп 5121x5137 p-3/23 (39995) (цветущность – 1 %). Исходные селекционные линии, не проходившие отбор по признаку цветущности, выступающие в данном опыте в качестве контроля, показали цветущность на уровне 13 % у линии Оп 5121 П99/96 и 23 % у линии Оп 5121x5137. Также важно отметить, что в провокационном опыте у материалов после второго цикла отбора отмечалась только поздняя цветущность, которая в обычных условиях не проявляется.

Таким образом, провокационный фон является важным инструментом в селекции сахарной свеклы для оценки и повышения устойчивости к цветущности. Его используют для создания новых гибридов сахарной свеклы, устойчивых к цветущности пригодных для выращивания в регионах с холодным климатом и при ранних сроках посева.

3.1.1 Изучение продуктивности гибридов сахарной свеклы и оценка по признаку цветущности в погодных условиях Республики Беларусь

Устойчивость гибридов сахарной свеклы к цветущности является одним из наиболее важных признаков при производстве сырья для заводской переработки в регионах с умеренным климатом. Наличие цветущих растений в товарных посевах, превышающих требования ГОСТ, значительно снижает урожайность. Увеличение доли цветухи на 1 % приводит к снижению урожайности на 0,5–0,7 %. Кроме того, это негативно сказывается на качестве сырья: корнеплоды, пораженные цветухой, характеризуются пониженным содержанием сахара, что затрудняет их дальнейшую технологическую переработку.

Известно, что цветущность у сахарной свеклы с продвижением на север повышается, что находится в связи с переменой в сочетании факторов окружающей среды. На увеличение числа цветущих растений влияют факторы длинного фотопериода, пониженных температур и переувлажнения. В более северных регионах весенние температуры часто остаются низкими в течение длительного времени и продолжительность светового дня значительно увеличена, эти факторы стимулируют процесс преждевременного цветения.

В условиях Республики Беларусь зачастую с холодной весной и продолжительным световым днем цветущность сахарной свеклы возрастает, особенно у более южных экотипов, поэтому погодно-климатические условия данной зоны могут служить естественным фоном для оценки селекционных материалов по устойчивости к цветущности (таблица 10).

Таблица 10 – Климатические показатели экологических пунктов испытания, влияющие на проявление цветущности, (<https://voshod-solnca.ru/sun>, <https://www.pogodaiklimat.ru/history/26850.htm>)

Месяц	г. Несвиж*		г. Гулькевичи**		Различия между пунктами испытания	
	длина дня, ч	среднемесячная температура, °С	длина дня, ч	среднемесячная температура, °С	длина дня, ч	среднемесячная температура, °С
Апрель	14,7	7,5	13,5	11,1	+1,2	–3,6
Май	16,8	13,5	14,9	16,8	+1,9	–3,3
Июнь	17,9	16,4	15,6	20,8	+2,3	–4,4
Июль	17,3	18,5	15,2	13,6	+2,1	–5,1
Август	15,4	17,5	13,6	23,0	+1,8	–5,5
Сентябрь	13,2	12,2	11,7	17,5	+1,5	–5,3
Октябрь	11,1	7,8	10,9	10,9	+0,2	–3,1
Среднее	15,2	13,3	13,6	13,4	+1,57	–4,32
* – Республика Беларусь, РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»; ** – Краснодарский край, ФГБНУ «Первомайская СОС».						

Анализ климатически важных показателей – длина дня и температура, влияющих на проявление цветущности в пунктах испытания, показывает, что в условиях Республики Беларусь на протяжении всего вегетационного периода сахарной свеклы световой день длиннее в среднем на 1,57 ч. При этом максимальное превышение длины дня приходится на май – 1,9 ч, июнь – 2,3 ч, июль – 2,1 ч, август – 1,8 ч, что совпадает с фазами активного роста сахарной свеклы (рисунок 8). Длинный световой день совпадает с более низкими среднесуточными температурами по сравнению с условиями г. Гулькевичи Краснодарского края. Среднемесячные температуры в Республике Беларусь в течение активного периода вегетации в среднем ниже на 3,1...5,5 °С (рисунок 9). Максимальная разница в температуре приходится на июнь – 4,4 °С, июль – 5,1 °С, август – 5,5 °С и сентябрь – 5,3 °С.

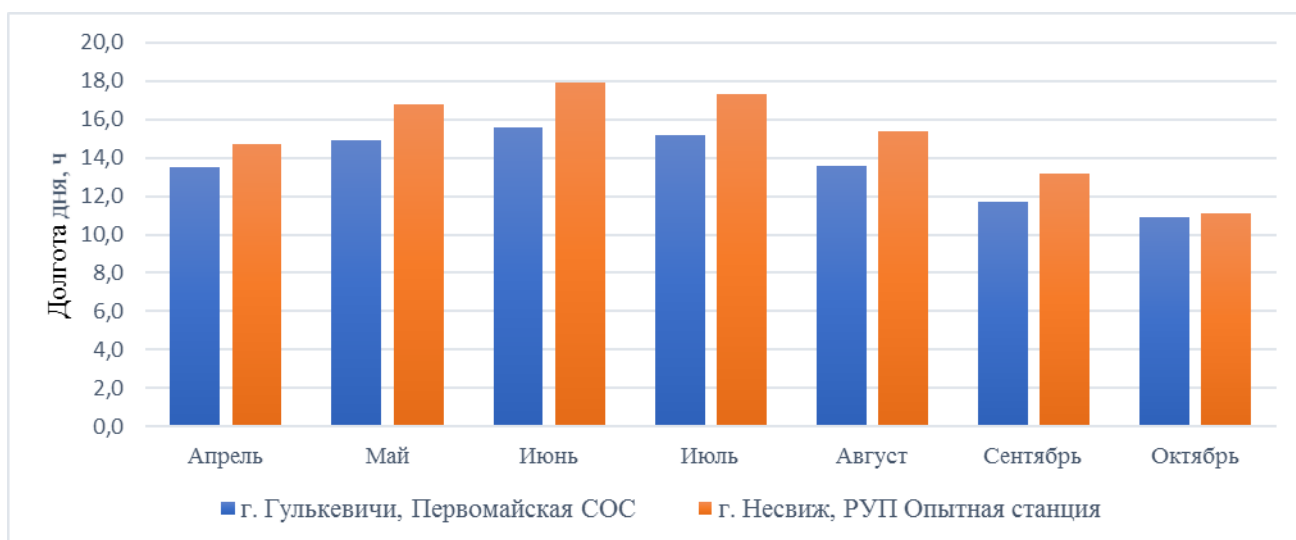


Рисунок 8 – Разница долготы дня в течение вегетационного периода сахарной свеклы в г. Гулькевичи и г. Несвиж (Республика Беларусь), 2023 г.

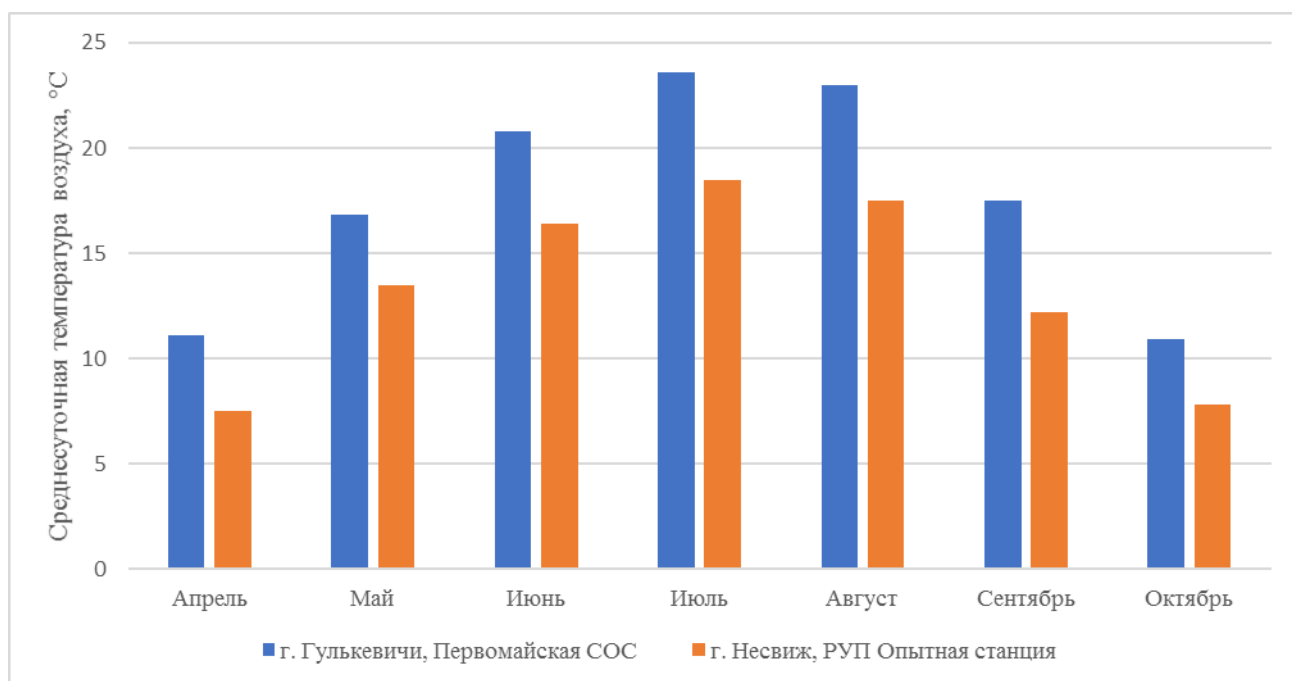


Рисунок 9 – Среднесуточная температура воздуха в г. Гулькевичи Краснодарского края и г. Несвиж (Республика Беларусь), 2023 г.

Климатические условия Республики Беларусь в экологическом пункте РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» позволяют провести оценку селекционных материалов и гибридов сахарной свеклы по признаку цветущности устойчивости к низким температурам на начальных фазах роста, а также изучить продуктивность новых гибридов с целью расширения районирования гибридов сахарной свеклы

селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» для обоснования расширения их районирования на более северные регионы Российской Федерации. Эта задача приобретает особую значимость в условиях импортозамещения, когда необходимо увеличивать долю отечественных семян и обеспечивать продовольственную независимость страны.

В связи с этим в 2023 г. в серию предварительных испытаний гибридов сахарной свеклы в Республике Беларусь наряду с экспериментальными гибридами были включены гибриды сахарной свеклы Первомайской селекционно-опытной станции.

В процессе изучения гибридов сахарной свеклы в Республике Беларусь в результате сочетания пониженных температур с длинным днем в период вегетации создавались благоприятные условия для проявления цветущности у гибридов сахарной свеклы, проявляющих склонность к данному признаку.

По результатам оценки гибриды сахарной свеклы условно разделили на группы по устойчивости к цветущности: 1 – нецветущие (0 %), 2 – слабоцветущие (0,1–1 %) и сильноцветущие (более 1 % цветух).

Из пятнадцати изучаемых экспериментальных гибридов всего пять оказались нецветущими – это гибриды с каталожными номерами 38478, 38450, 39497, 39517, 39477 (таблица 11).

Остальные десять гибридов в различной степени проявили цветущность. Восемь гибридов – 38388, 38400, 38455, 38466, 38485, 38490, 39456, 39479 проявили слабую цветущность 0,1–1,0 %. У двух экспериментальных гибридов 38485 и 39462 отмечен высокий уровень цветущности показатель, который составил 1,7 и 3,2 % соответственно.

Результаты испытания показали высокий уровень устойчивости к цветущности у всех изучаемых коммерческих гибридов. Слабая цветущность 0,2 % проявилась у гибридов Рубин и Белорусско-Польского гибрида Белполь. Таким образом, исследование гибридов сахарной свеклы селекции ФГБНУ «Первомайская СОС», проведенное в естественных условиях длинного светового дня Республики Беларусь, позволили получить характеристики и ранжировать гибриды по степени склонности к цветущности.

Таблица 11 – Результаты предварительного испытания гибридов сахарной свеклы в Республике Беларусь, 2023 г.

№ п/п	Гибрид	Густота, тыс. шт./га	Урожай- ность., т/га	Сахари- стость, %	Сбор сахара, т/га	Потери сахара в мелассе, %	Вероятный выход на заводе, %	Выход белого сахара, т/га	Цветуш- ность, %
Экспериментальные гибриды ФГБНУ Первомайская СОС									
1	38388	91	66,9	14,8	9,9	2,3	12,5	8,4	0,5
2	38478	100	60,5	14,9	9,0	1,9	13,1	7,9	0,0
3	38400	95	68,4	15,8	10,8	2,1	13,7	9,4	0,7
4	38466	96	64,2	15,3	9,8	2,2	13,0	8,4	0,2
5	38485	96	69,1	14,1	9,7	2,4	11,7	8,1	1,7
6	38490	92	71,5	13,8	9,9	2,3	11,5	8,2	1,0
7	39456	102	59,5	14,3	8,5	2,2	12,1	7,2	0,9
8	39466	103	66,0	15,4	10,2	2,1	13,3	8,8	0,2
9	39497	100	65,3	15,9	10,4	1,9	14,0	9,2	0,0
10	38450	106	70,3	14,3	10,0	2,1	12,2	8,6	0,0
11	39462	107	67,2	15,3	10,3	2,1	13,3	8,9	3,2
12	39516	110	72,1	15,2	11,0	1,9	13,3	9,6	0,5
13	39517	119	76,7	16,3	12,5	1,8	14,4	11,1	0,0
14	39479	107	79,9	15,3	12,2	2,1	13,3	10,6	0,2
15	39477	104	73,7	15,3	11,3	2,1	13,2	9,7	0,0
Коммерческие гибриды									
16	Рубин н/ц	101	55,6	15,9	8,8	2,2	13,7	7,6	0,2
17	Корвет н/ц	96	74,8	15,0	11,2	1,9	13,1	9,8	0,0
18	Первомайский н/ц	103	72,9	15,6	11,4	2,1	13,5	9,8	0,0
19	Престиж н/ц	104	75,1	15,9	11,9	2,1	13,8	10,3	0,0
20	Рекордина	109	85,3	16,2	13,8	2,0	14,2	12,1	0,0
21	Белполь	107	68,8	15,4	10,6	2,2	13,3	9,1	0,2
22	Беларусь гибрид 363	104	59,4	16,1	9,6	2,1	14,0	8,3	0,0
23	Беларусь гибрид 354	107	61,1	15,6	9,5	2,1	13,5	8,3	0,0
Среднее по опыту		–	68,9	15,3	10,5	2,1	13,2	9,1	0,41
НСР ₀₅		–	5,6	0,6	1,31	0,11	0,83	1,15	0,18

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об эффективности отбора по устойчивости к цветущности на провокационных фонах, а также неодинаковой реакции гибридов сахарной свеклы на длинный день и более низкие температуры, чем в условиях Краснодарского края, а, следовательно, об имеющихся у них генотипических различиях.

Анализ продуктивности гибридов сахарной свеклы показывает, что из всех изучаемых в опыте гибридов селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» девять показали уровень продуктивности по сбору очищенного сахара с 1 га выше среднего показателя по опыту. Из гибридов иностранной селекции, использованных в качестве контроля, более высокие показатели отмечены у гибрида компании КВС Рекордина.

Существенно доказуемое превышение по урожайности $НСР_{05} = 5,6$ т/га с уровнем 74,8–85,3 т/га из всех изучаемых гибридов имели четыре гибрида селекции ФГБНУ «Первомайская СОС»: 39517–76,7 т/га, 39479–79,9 т/га, Корвет – 74,8 т/га и Престиж – 75,1 т/га, а также контроль Рекордина – 85,3 т/га. По сбору очищенного сахара с 1 га существенная прибавка $НСР_{05} = 1,15$ т/га получена у гибридов 39517 – 2,0 т/га, 39497 – 1,5 т/га, Престиж – 1,2 т/га и контроль Рекордина – 3,0 т/га относительно средней по опыту.

Наиболее перспективные гибриды сахарной свеклы, выделившиеся в 2023 г. в предварительном испытании, были включены в систему экологических испытаний в Республике Беларусь в 2024 и 2025 гг. (таблица 12).

Анализ полученных в 2024 г. данных показывает, что по уровню урожайности из семнадцати изучаемых гибридов только шесть гибридов показали существенную прибавку при уровне значимости $НСР_{05} = 4,12$ т/га, четыре из которых Корвет – 54,7 т/га, Престиж – 60,8 т/га, Первомайский – 59,0 т/га и ПСС-40166 гибриды селекции ФГБНУ «Первомайская СОС». Из иностранных гибридов существенную прибавку по урожайности имели гибриды селекции РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» Республики Беларусь Полибел – 56,2 т/га и Алеся – 55,8 т/га. По содержанию сахара в корнеплодах гибриды селекции Пер-

Существенная прибавка по сбору очищенного сахара с гектара НСР₀₅ = 0,6 т/га получена у гибридов селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» Престиж, Первомайский и ПСС-40166 с уровнем показателя 6,99, 7,26 и 7,23 т/га соответственно. Из остальных изучаемых гибридов лучшие результаты отмечены у гибридов Алеся – 7,14 т/га, Краса – 6,86 т/га и Людмила (КВС) – 6,63 т/га.

В 2025 г. все изучаемые гибриды показали более высокий уровень урожайности, чем в 2024 г. Наибольшую урожайность имели гибриды Престиж – 78,0 т/га, Первомайский – 76,9 т/га, ПСС-40181 – 75,6 т/га, средний иностранный стандарт – 77,0 т/га. Содержание сахара у всех изучаемых в 2025 г. гибридов находилось в пределах среднего показателя по опыту 15,7 % и не имело статистически доказуемых отличий. При урожайности очищенного сахара 12,4 т/га достоверная прибавка была получена у гибрида Престиж, а также у средних иностранных стандартов – Петр, Пасифик и Концертина. Гибриды ПСС-40181, Первомайский и Корвет показали урожайность выше средней по опыту, составив 11,9, 11,9 и 11,8 т/га соответственно

Анализируя показатели цветущности гибридов сахарной свеклы по результатам экологического испытания в 2024–2025 гг., можно отметить, что гибриды сахарной свеклы селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» имели цветущность, не превышающую требования ГОСТ 33884-2016 по содержанию цветущих растений, процент которых в РФ не более 1,0 %, в Республике Беларусь – не более 3 %. Полную устойчивость к цветущности показали гибриды Корвет и Престиж (0 %), остальные гибриды селекции Первомайской СОС ПСС-40166, Вектор, ПСС-40181, Первомайский имели уровень цветущности от 0,1 до 0,9 %. Максимальная цветущность 0,9 % отмечена у гибрида Первомайский. Высокой устойчивостью к цветущности (0 %) обладали также гибриды сахарной свеклы Бриз и РУП-366 селекции других компаний, остальные гибриды имели цветущность от 0,1 до 0,8 %.

Проведенные исследования подтверждают конкурентоспособность гибридов сахарной свеклы селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» в условиях Республики Беларусь как по продуктивности, так и по другим показателям. Гибриды Корвет и Престиж, созданные с использованием родительских линий, прошедших отбор на провокационных к цветущности фонах, показали полную устойчивость к цветущности.

Разработанную нами методику оценки и отбора при создании линий сахарной свеклы по устойчивости к цветущности целесообразно внедрять в селекционную практику при получении конкурентоспособных гибридов сахарной свеклы.

3.1.2 Использование молекулярных маркеров для оценки устойчивости сахарной свеклы к цветущности

В современной селекционной практике для оптимизации и ускорения селекционной работы активно используют молекулярно-генетические методы для оценки селекционных материалов с помощью ДНК-маркеров. В наших исследованиях в результате проведенной селекционной работы по отбору нецветущных генотипов сахарной свеклы с использованием провокационных фонов и получению на их основе самоопыленных линий, устойчивых к цветущности, были созданы родительские линии и гибриды сахарной свеклы, которые достоверно превышали контрольные образцы по устойчивости при тестировании в различных провокационных условиях.

Классические методы селекции по созданию устойчивых к цветущности форм сахарной свеклы значительно растянуты во времени, требуют проведения масштабных исследований и не всегда гарантируют положительный результат, так как явление цветущности сахарной свеклы, по мнению многих ученых, контролируется сложными генетическими системами и до конца еще не изучено. Чтобы подтвердить достоверность полученных результатов молекулярными методами исследований были проведены дополнительные молекулярно-генетические анализы. Работа была выполнена в лаборатории маркер-ориентированной селекции генетики ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы имени А. Л. Мазлумова».

Известно, что маркер BTC1 (bolting time control 1) является одним из генов, контролирующих процесс цветения у сахарной свеклы. Так, согласно данным международной литературы, двухлетняя форма имеет значительные однонуклеотидные замены в экзонах 9 и 10, а также инсерцию примерно на 28 нуклеотидов в промоторной области гена BTC1 (так называемый аллель *btc1*). Эта полудоминантная мутация приводит к тому, что концентрация белка BTC1 не достигает

критического уровня, необходимого для подавления *BvFT1*, поэтому такие формы свеклы не переходят к цветению в первый год вегетации (Pin).

У однолетних растений сахарной свеклы экспрессия гена *BvFT1* остается низкой из-за *BTC1*-опосредованной репрессии, что приводит к цветению в первый год жизни сахарной свеклы под действием *BvFT2*. Таким образом, у сахарной свеклы в ходе эволюции независимо появились формы, нуждающиеся в яровизации для цветения, за счет возникновения дополнительных регуляторных путей, контролирующих активность флоригенов (Лебедева, 2020; Черкасова, 2019; Федулова, 2023; Tränkner, 2017; Rezaei, 2022, Munerati, 1931). Для изучения гена *BTC1* использовали биологический материал – листовые пластинки сахарной свеклы, отобранные в полевых условиях на опытном участке, где селекционный материал проходил оценку по признаку цветущности. В эксперимент были включены восемь селекционно-ценных генотипов родительских линий-компонентов гибридов сахарной свеклы, которые никогда не проверялись на молекулярном уровне. Среди отобранных образцов были, как нецветущие генотипы, после нескольких циклов отбора на провокационных фонах, так и контрольные образцы – без отбора (таблица 13).

Таблица 13 – Характеристика генотипов сахарной свеклы, отобранных на провокационном фоне ФГБНУ «Первомайской селекционно-опытной станции сахарной свеклы» для генетического анализа, 2024 г.

Номер образца	Каталожный номер	Селекционный материал	Характеристика образца	
1	35466	Оп 5121x5137	Контроль	<i>BTC1</i>
2	39995	Оп 5121x5137 p-3/23	Отбор – не цветущий	<i>BTC1</i>
3	37130	Оп 5121 П99/96	Контроль	<i>BTC1</i>
4	38537	Оп 5121 П99/96 p-4/23	Отбор – не цветущий	<i>BTC1</i>
5	35476	МС А-1хОТ 11301	Контроль	<i>BTC1</i>
6	40074	МС А-1хОТ 11301	Отбор – не цветущий	<i>BTC1</i>
7	37132	Оп 5046x5063	Контроль	<i>BTC1</i>
8	40006	Оп 5046x5063 p-3/23	Отбор – не цветущий	<i>BTC1</i>

Для полимеразной цепной реакции были использованы праймеры F99/R99, сконструированные сотрудниками ФГБНУ «ВНИИСС имени А. Л. Мазлумова» в программе Primer BLAST.

В результате проведенных молекулярных исследований с использованием метода ПЦР и двух праймеров F99/R99 у всех генотипов был обнаружен один фрагмент ДНК размером около 800 п. н., который соответствует ожидаемой длине отрезка ДНК, ограниченного данными праймерами (рисунок 10).

Среди образцов присутствуют как цветущие, так и нецветущие генотипы после цикла отборов. Ген *BTC1*, который контролирует работу двух генов цветения (*BvFT1* и *BvFT2*), присутствует во всех геномах рода *Beta*. Аллель *BTC1* характерна для однолетних генотипов, а аллель *btc1* – для двухлетних (Höft, 2018).

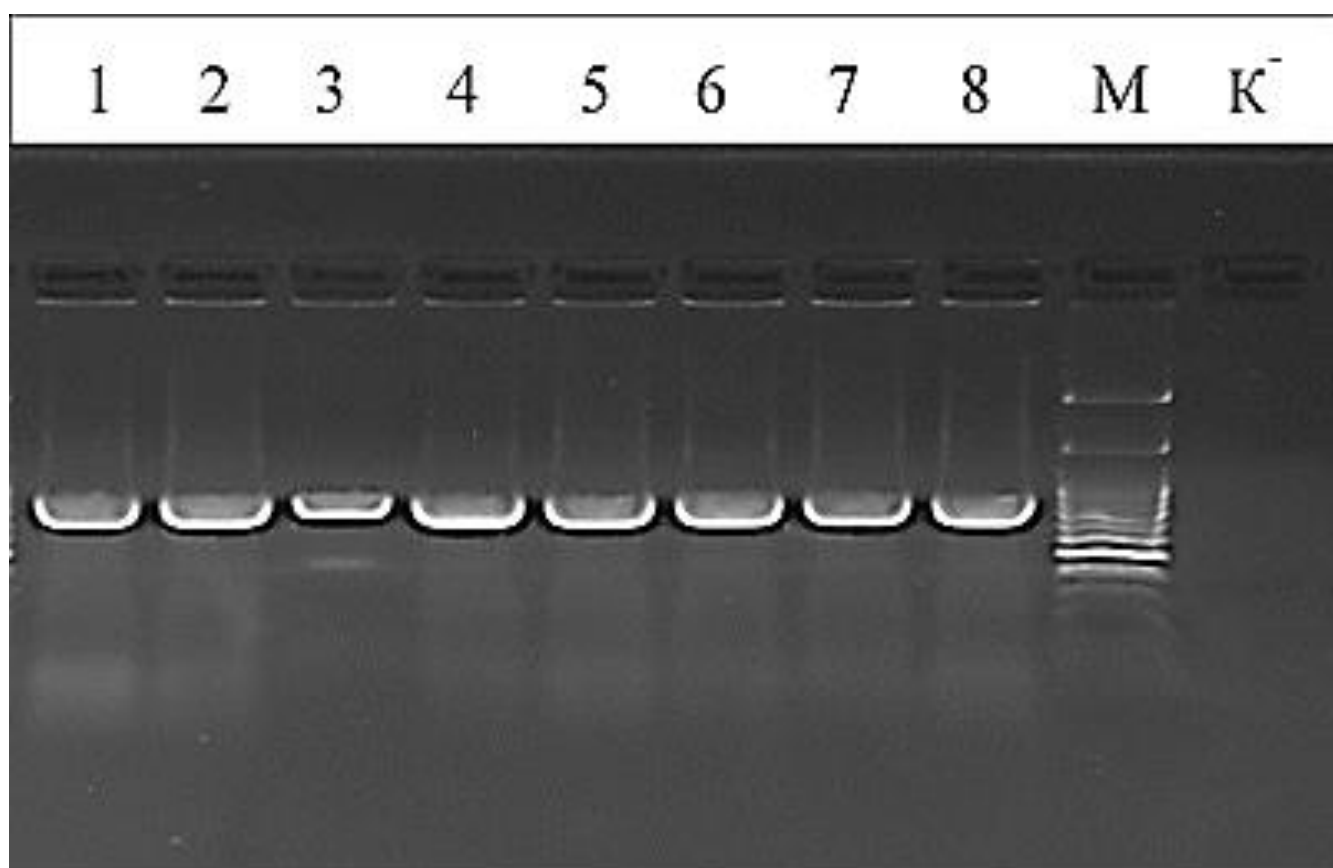


Рисунок 10 – ДНК-фрагменты, полученные с парой праймеров F99/R99 у генотипов сахарной свеклы:

1–8 – генотипы сахарной свеклы, отобранные на провокационном фоне; М – маркер молекулярных масс ДНК GeneRuler™, шаг 100 п. н. (Thermo Fisher Scientific); К – отрицательный контроль (ПЦР – смесь без ДНК)

Для дальнейшего генетического анализа, было произведено секвенирование всех восьми номеров, для выявления однонуклеотидных замен в генетическом материале.

В программе Geneious Prime (<https://www.geneious.com/prime>) были проанализированы результаты прочтения нуклеотидных последовательностей экзона 9 гена *BTC1*. Сравнение нуклеотидных последовательностей рассмотренных генотипов с контрольной линией (GenBank № HQ709091.1 NCBI), устойчивой к цветущности, с двухлетним циклом развития выявило несколько однонуклеотидных замен (SNP), характерных для цветущих генотипов. На рисунке 11 показан участок экзона 9, проанализированного методом Сэнгера, где наглядно показаны местоположения SNPs.

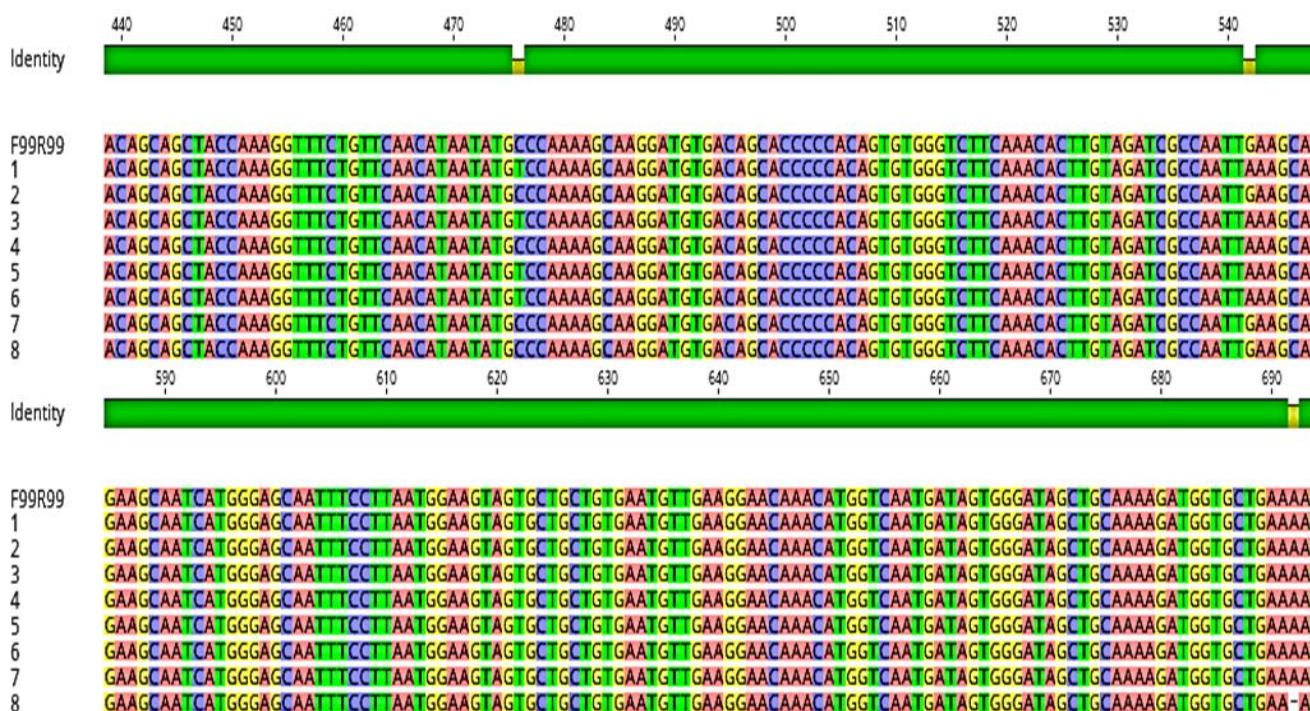


Рисунок 11 – Локализация SNPs в экзоне 9 гена *BTC1* исследуемых образцов, выявленных при сравнении с контрольным образцом

В позиции 476 (согласно программе, Geneious Prime) была обнаружена замена одного нуклеотида *C* на *T* у генотипов под номерами 1, 3, 5, 6. В позиции 542 выявлена замена *G* на *A* у этих же образцов. Таким образом после секвенирования у образцов 1, 3, 4, 5, 6 обнаружено два однонуклеотидных полиморфизма. Наличие данных замен в гене *BTC1* позволяет характеризовать генотипы как чувстви-

тельные к цветению. Даже небольшие изменения в замене нуклеотидной последовательности является значимым фактором для активации процесса цветения.

Контрольный образец (GenBank № HQ709091.1 NCBI) и генотипы под номерами 2, 7, 8 имели идентичные нуклеотиды, что позиционирует их как устойчивые к цветущности (Налбандян, 2025).

С помощью программного обеспечения Geneious Prime продемонстрирован вариант трансляции нуклеотидной последовательности экзона 9 (рисунок 12). На рисунке представлен аминокислотный состав гена *BTC1* устойчивого генотипа (two-component response regulator-like PRR73 isoform X1 (*Beta vulgaris* subsp. *Vulgaris*) NCBI Reference Sequence: XP_010693100.2) образца 2 (а, нецветущая форма), а также цветущей линии под номером 1 (б, цветущая форма).

а

mrlihknedg	pgvaksvael	nqhivavkke	grgrvagegg	glseedelri	iedgedansr
rslssvqlpv	hthrpqpqvq	pqgrvcwerf	lpvgspkvll	vesddstrhi	vsallrnscy
evvgvpngie	awkiledlsn	qidlvltevv	tsglsgigll	skimshkscq	ntpvimssh
dsmglvlkcl	skgavdflvk	pirknelknl	wqhvwrchs	ssgsgsescv	rngksigskr
aeesdndtds	needdnrsig	lqardgsdng	sgtqsswtkr	aaevespppq	stweqatdpp
dstcaqviyp	mseafasswm	pgsmqeldvq	dhqydnvpmg	kdleigvpri	sdsrlngpnk
kvklattaee	nqysqldlnq	endgrsfdee	nlemnndkpk	sewikqamns	pgkveehhrg
nkvsdappei	skikdkgmqh	vedmpslvls	lkrlgdiadt	stnvsdqniv	grselsafr
ynsgttgnqg	qtgnvgscsp	pnnseaakq	shfdaphqis	nsssnnnnmg	sttnkffkpk
amdidktpak	stvnscshhsh	vfepvqsshm	snnnltasgk	pgvgsvngml	qenvpnavl
pqennvdqql	kiqrhhhyhh	ydvhsvqqlp	kvsvqhnmsk	skdvtappqc	gssntcrspi
k anvancsln	gsgsgsnhgs	nflngssaav	nvegtnmvnd	sriaakdgae	ngsgsgsgsg
sgsgvgvdqs	rsaqreaaln	kfrlkrkerc	fdkkvryqsr	kkladqrprv	rgqfvrqvre
nkgrntds					

б

ynsgttgnqg	qtgnvgscsp	pnnseaakq	shfdaphqis	nsssnnnnmg	sttnkffkpk
amdidktpak	stvnscshhsh	vfepvqsshm	snnnltasgk	pgvgsvngml	qenvpnavl
pqennvdqql	kiqrhhhyhh	ydvhsvqqlp	kvsvqhnmpk	skdvtappqc	gssntcrspi
e anvancsln	gsgsgsnhgs	nflngssaav	nvegtnmvnd	sriaakdgae	ngsgsgsgsg
sgsgvgvdqs	rsaqreaaln	kfrlkrkerc	fdkk		

Рисунок 12 – Аминокислотный состав гена *BTC1* образца 2 (а) и цветущей линии под номером 1 (б)

Из последовательности аминокислот, приведенной выше, можно сделать вывод, что замена одного нуклеотида *C* на *T* в позиции 476 привела к замене аминокислоты лизина на глутаминовую кислоту. А замена *G* на *A* в позиции 542 привела к замене аминокислоты серина на пролин. Таким образом, эти однонуклеотид-

ные полиморфизмы являются смысловыми, т. е. приводят к замене аминокислот в полипептидной цепи.

Молекулярно-генетические исследования подтвердили с высокой долей вероятности результаты проведенных селекционных исследований классическими методами. Маркер – ориентированная селекция имеет огромное значение для повышения точности отбора, так как позволяет значительно сократить объемы полевых исследований и позволяет в лабораторных условиях с высокой точностью отбирать нецветущие генотипы сахарной свеклы.

Для эффективного создания линейных материалов и работы с различными формами свеклы (раздельноплодной, сростноплодной, фертильной и стерильной по пыльце) селекционную практику следует дополнить широким внедрением методов молекулярной генетики в сочетании с классическими подходами. Это позволит ускорить процесс создания гибридов сахарной свеклы, устойчивых к цветущности и снизить затраты на селекционные исследования.

3.2 Реакция гибридов и линий сахарной свеклы на холодовой стресс при проращивании и отбор холодоустойчивых форм

При испытании селекционного материала очень важно в наиболее короткий срок дать всестороннюю и точную оценку изучаемому материалу.

Преимущество провокационного метода оценки заключается в том, что в большинстве случаев можно регулировать воздействие на растения того или иного неблагоприятного условия в соответствии с задачами работы. Так, при оценке селекционных материалов на холодостойкость в термостате с холодильной установкой можно регулировать температуру и продолжительность ее воздействия при любых заданных режимах. Для этого проводят проращивание семян гибридов и их родительских форм в шкафах-термостатах в водной среде при пониженных положительных температурах (рисунок 13).

В нашем опыте для подтверждения установленных корреляций между нецветущностью и холодостойкостью использовались семена линий-опылителей, МС линий и линий закрепителей стерильности после двух циклов отбора на

нецветушность при подзимнем посеве. Для более корректных результатов опыта были отобраны семена, полученные от нескольких сестринских растений в процессе самоопыления. Количество завязавшихся семян в процессе самоопыления варьировалось в пределах от 0,3 до 28,0 г.



Рисунок 13 – Замачивание семян перед закладкой в термостат и обеззараживание в растворе перманганата калия, 2024 г.

Наибольшая завязываемость семян при индивидуальной изоляции была отмечена у линии Оп 5046х5063 – 28,0 г и Оп 5121 П99/96 – 22,3 г. В процессе sibсового размножения под групповыми изоляторами диапазон завязываемости семян варьировался в пределах 1,8–7,9 г. В групповой изоляции наибольшее количество семян (плодов) было собрано с материнской линии МС А-1хОТ 11301 – 7,9 г. Все полученные семена в 2024 г. были посеяны на провокационном фоне для дальнейшей проверки.

Опыты показали, что реакция изучаемых материалов сахарной свеклы на воздействие низкой положительной температурой $+7^{\circ}\text{C}$ в процессе проращивания семян была специфичной (рисунок 14).



Рисунок 14 – Проростки различных линейных материалов в процессе проращивания при температуре $+7^{\circ}\text{C}$, 2024 г.

Длина ростка большинства материалов Оп 5121х5137, Оп 5121П99/96, МС 11348хОТ 11301, МС А-1хОТ 11301, ОТ 4936, прошедших отбор на нецветушность, была значительно выше контрольных образцов (таблица 14). У раздельноплодных мужскостерильных форм это проявилось в большей степени, начиная с десятого дня проращивания. У МС А-1х ОТ 11301 длина ростка на 10-й день составила 13 мм, против 4 мм на контроле. МС 11348хОТ 11301 также имела среднюю длину ростка 10 мм, в то время как контроль вовсе не дал проростков.

На 10-е сутки проращивания линии опылители Оп 5121х5137 имели наибольшую длину ростка 15 мм при проращивании по отношению к контрольному образцу, у которого проростки не появились. Можно отметить дифференциацию по данному признаку различных самоопыленных генотипов в пределах номера. Варьирование средней длины ростка отмечено в пределах 8–15 мм.

Таблица 14 – Длина ростка и всхожесть селекционного материала сахарной свеклы, в процессе проращивания при пониженной температуре +7 °С, 2024 г.

Каталож- ный номер	Селекционный материал	Средняя длина ростка, мм		Лабораторная всхожесть, %	
		10-е сутки	15-е сутки	10-е сутки	15-е сутки
39994	Оп 5121х5137 р-2/23 н/ц*	12	25	77	80
39995	Оп 5121х5137 р-3/23 н/ц*	15	29	53	61
39996	Оп 5121х5137 р-4/23 н/ц	8	15	73	76
35466	Оп 5121х5137 (контроль)	0	7	0	2
40000	Оп 5121 П99/96 р-1/23 н/ц	4	9	46	54
40003	Оп 5121 П99/96 р-4/23 н/ц	0	2	4	5
40004	Оп 5121 П99/96 р-5/23 н/ц	0	1	2	3
37130	Оп 5121 П99/96 (контроль)	4	12	58	72
40005	Оп 5046х5063 р-1/23 н/ц	5	9	66	78
40006	Оп 5046х5063 р-2/23 н/ц	8	12	68	70
40007	Оп 5046х5063 р-3/23 н/ц	9	15	77	80
37132	Оп 5046х5063 (контроль)	6	10	63	65
40074	МС А-1хОТ 11301 н/ц*	13	18	85	86
37127	МС А-1хОТ11301(контроль)	4	11	47	56
40076	МС 11348хОТ1130 р-1/18 н/ц*	10	13	69	74
35476	МС 11348хОТ 11301(контроль)	0	20	1	23
40078	ОТ 4936 н/ц*	17	21	67	66
35841	ОТ 4936 (контроль)	5	12	60	71
38523	БТС 5800 – F ₁	14	22	89	91
Среднее по опыту		7,05	13,8	48,3	58,6
Стандартное отклонение, S (мм)		3,1	6,6	25,4	27,2
Коэффициент вариации, V (%)		44	48	53	46
Среднее вариантов отбор		8,42	14,01	57,3	61,1
Среднее контроль		3,16	10,0	38,2	48,2
НСР ₀₅		4,7		16,4	
* – селекционный материал с достоверно более высокими показателями длины ростка и всхожести относительно контроля при 5%-м уровне значимости.					

Тенденция к увеличению длины ростка относительно контроля также отмечена и у линии Оп 5121 П99/96, средняя длина ростка составила у различных самоопыленных генотипов от 5 до 9 мм при показателе 6 мм на контроле. Подобная

тенденция отмечена и при учетах всхожести на 15-е сутки проращивания при более высоком показателе длины ростка.

Статистически доказуемое превышение длины ростка относительно контроля при $НСР_{05} = 4,7$ мм имели сростноплодные линии опылители Оп 5121х5137 р-2/23 н/ц (39994 и 39995). Среди раздельноплодных материалов существенное превышение длины ростка отмечено у МС А-1хОТ 11301 н/ц (40076) и у линии закрепителя стерильности ОТ 4936 н/ц (40078), рисунок 15.



Рисунок 15 – Проростки линии ОТ 4936 на 10-е сутки проращивания, 2024 г.

По показателям всхожести при учетах на 10-е сутки большинство селекционных материалов, прошедших отбор на провокационных фонах, имели показатели всхожести существенно выше контрольных вариантов (без отбора), исключение составила линия Оп 5121 П99/96, у которой различий по всхожести не отмечено. Учеты всхожести на 15-е сутки проращивания показали, что разница между контролем и материалами, прошедшими отбор, в большинстве случаев нивелировалась.

Если рассматривать реакцию сестринских линий опылителей на проращивание при низкой температуре, можно отметить специфическую реакцию различных

линий на стресс-фактор. Так, линии опылители Оп 5121х5137, полученные от сестринских растений, в двух случаях из трех показали существенное превышение относительно контроля. У линий-опылителей Оп 5121 П99/96 и Оп 5046х5063 н/ц существенных различий относительно контроля не отмечено. Коэффициент вариации показал значительное рассеяние между линиями и составил 44–48 % по длине ростка, достигнув максимального значения на 15-е сутки. По показателю всхожести максимальное различие у большинства материалов проявилось на 10-е сутки проращивания. Коэффициент вариации по всхожести составил 53 %.

В отличие от линейных материалов гибрид БТС 5800 – F₁ показал существенное превышение по длине ростка и по всхожести, что доказывает проявление гетерозиса у гибридных генотипов по отношению к родительским линейным материалам.

Полученные результаты показывают, что материалы, прошедшие отбор на цветущность в подзимнем посеве при проращивании при температуре +7 °С, существенно превышали контроль по всхожести, которая варьировалась от 46 до 85 %, при варьировании от 0 до 58 % на контроле. Это явно было выражено на МС линиях: МС 11348хОТ 11301 р1/18 н/ц, МС А–1хОТ 11301, а также на линии Оп 5121х5137 р-2/23 н/ц. На 10-й день проращивания всхожесть у данных линий составила 69, 85 и 77 % соответственно при показателях всхожести 1, 47 и 0 % на контроле (рисунок 16).

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать заключение, что изучаемые селекционные материалы сахарной свеклы неодинаково реагировали на воздействие низкой температуры в процессе проращивания, проявлялось неспецифическое торможение ростовых процессов у отдельных материалов, включая контрольные образцы без отбора. Установлено, что отбор селекционных материалов при подзимнем провокационном фоне позволяет дифференцировать селекционные материалы по степени устойчивости к цветущности и устойчивости к низким положительным температурам.

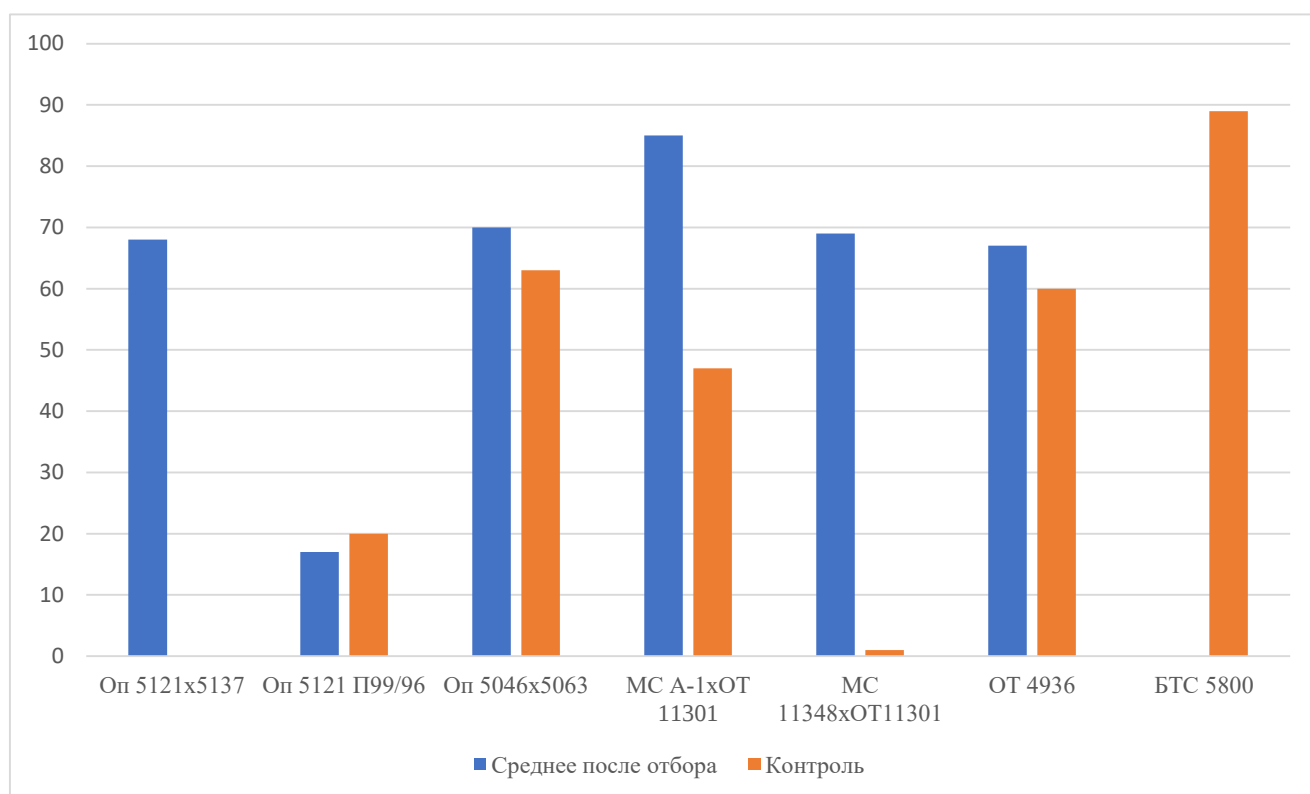


Рисунок 16 – Всхожесть семян в процессе проращивания селекционного материала, прошедшего отбора на нецветушность

Данный метод оценки и отбора в сочетании с самоопылением дает возможность выделить сбалансированные в генетическом плане генотипы и создать на их основе исходные самоопыленные линии устойчивые к холодовому стрессу и цветущности.

3.3 Тератные формы у сахарной свеклы, причины возникновения и фенотипическое проявление в онтогенезе

За годы исследований были сделаны различные наблюдения за развитием растений сахарной свеклы. В ходе исследований учитывались такие параметры, как форма и размер листовой пластинки, окраска листьев, структура корнеплода, а также общая жизнеспособность корнеплодов. Наблюдения проводились на различных стадиях развития растений – от всходов до созревания. Особое внимание уделялось динамике роста, устойчивости к заболеваниям и адаптивным способностям в различных условиях окружающей среды. На формирование фенотипа существенное влияние оказывает окружающая среда.

Морфозы у свеклы представляют собой удивительное явление, демонстрирующее пластичность этой культуры в ответ на внешние условия. Морфологиче-

ские изменения у растений – результат влияния различных факторов окружающей среды, таких как температура, влажность и структура почвы и др. Также это может быть связано с нарушением роста тканей, вызванным генетическими мутациями, механическими повреждениями или химическими веществами (Цаценко, 2023; Солодунов, 2022).

В наших исследованиях в различные годы на некоторых растениях сахарной свеклы наблюдались разные формы проявления фасциации. Проявление тератных растений у сахарной свеклы – редкое явление. Корни, стебли, цветки или листья срастаются, распластываются, утолщаются или даже раздваиваются, изменяя свой первоначальный вид (Цаценко, 2021; Цаценко, 2022). Фасциация проявляется как на ранних стадиях развития растения, так и в более поздние периоды, влияя на морфогенез и функциональность органов. Эти трансформации не только влияют на декоративные качества растений, но и отражают его адаптацию к стрессовым условиям (Цаценко, 2023). В большинстве случаев деформация верхней части стебля влияет на формирование соцветия, на котором образуются цветки. Стебель вместе с цветоносом разрастается в виде широких, плоских, иногда лентовидных соцветий, которые напоминают цветочные метелки или даже грозди (рисунки 17–18).



Рисунок 17 – Лентовидное проявление фасциации стебля на участке изоляции, 2022 г.
Срастание множества стеблей

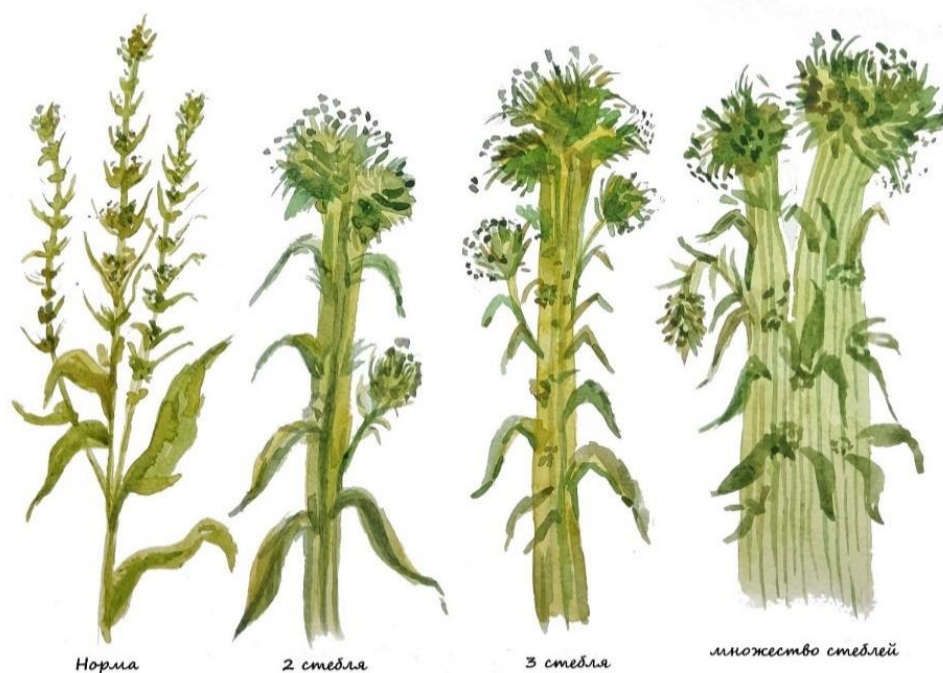


Рисунок 18 – Различная фасциация стеблей растения сахарной свеклы

Листовая розетка также подвергается морфозам. Этому могут способствовать ранние весенние заморозки, неправильная обрезка корнеплода-штеклинга, повреждение точки роста. Листья могут становиться более узкими или широкими, изменяя свою окраску (рисунок 19). Сильное проявление фасциации приводит к разрастанию стеблей.



Рисунок 19 – Морфозы листовой розетки сахарной свеклы: изменения формы и окраски листьев

Фасциация корнеплодов у растений представляет собой редкое явление, при котором происходит аномальное разрастание тканей, приводящее к деформации и изменению формы органов растения, в частности корней (рисунок 20).



Рисунок 20 – Аномальное развитие корнеплода у сахарной свеклы

Корнеплод способен изменять свою форму, размер и структуру в зависимости от типа почвы, уровня влажности и агротехнических приемов. Наблюдаются как классические конические и округлые формы, так и причудливые деформации. Корень свеклы разрастается вширь, образуя выступы, складки или даже срастается с соседними корнеплодами. Так, в ходе селекционных исследований, проведенных в 2023 г. на участке гибридизации, были зафиксированы спонтанные мутации у сахарной свеклы: фасциация корнеплода и срастание листовых пластинок (рисунки 21–23).



Рисунок 21 – Нормально развитое растение сахарной свеклы, 2022 г.



Рисунок 22 – Сахарная свекла с фасциацией: сращение корнеплодов



Рисунок 23 – Срастание листовых пластинок сахарной свеклы, 2023 г.

Таким образом, для понимания процессов нарушения морфогенеза у сахарной свеклы, приводящих к образованию тератных форм, нужно проводить ежегодный анализ или мониторинг посевов, чтобы отследить факторы, вызывающие аномалии развития.

ГЛАВА 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Уровень экономической эффективности сельскохозяйственного производства является одним из главных вопросов, решение которого открывает возможности ускорения темпов развития отрасли и обеспечения населения продуктами питания.

Сахарная свекла – единственная сельскохозяйственная культура в нашей стране, дающая сырье для производства сахара, содержание которого в корнеплодах составляет 16–19 %. Также свекла содержит витамины, органические кислоты и пр. Большое значение в качестве кормовых добавок в животноводстве имеют побочные продукты переработки сахарной свеклы – жом и кормовая патока.

Эффективность выращивания сахарной свеклы для рынка определяется, прежде всего, урожайностью и ценой реализации. Поскольку производственные ресурсы – площадь посева, обеспеченность рабочей силой и финансовые возможности – в хозяйствах, как правило, ограничены, успех зависит от рационального использования этих факторов. Себестоимость сельскохозяйственной продукции формируется под влиянием множества различных факторов. С определенной условностью их можно объединить в три группы, влияющие на обе части себестоимости, т. е. на величину производственных затрат и количество продукции, только на количество продукции или только на величину затрат. С ростом урожайности снижаются издержки в расчете на единицу продукции (Алексеев, 2020; Волкова, 2005).

Расчет экономической эффективности выращивания сахарной свеклы позволяет подобрать состав гибридов, обеспечивающих получение высоких урожаев качественной продукции с минимальными затратами на ее производство.

При расчете экономической эффективности в данной работе использовались методические рекомендации по определению экономической эффективности в растениеводстве.

Создание и внедрение в производство новых высокоурожайных гибридов сахарной свеклы с повышенным содержанием сахара и устойчивостью к стрессовым факторам, болезням и цветущности является основной задачей отечественной селекции при решении поставленных задач импортозамещения (Иванова, 2014).

В последние годы в ФГБНУ «Первомайская СОС» созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений новые гибриды сахарной свеклы Рубин, Первомайский, Корвет, Престиж, Партнер (Логвинов, 2018; Лазарев, 2009). Ежегодно проводятся производственные испытания гибридов сахарной свеклы в различных экологических пунктах свеклосеющих регионов с целью определения наиболее перспективных гибридов для производства.

По результатам производственно-демонстрационных испытаний (2023–2025 гг.) в ряде хозяйств Краснодарского и Ставропольского краев существенное превышение по урожайности и сбору сахара показали гибриды сахарной свеклы Престиж, Первомайский и Корвет селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» (таблицы 15, 16, 17). Показатель среднего сбора белого сахара с 1 га за 3 года испытаний у данных гибридов составил 9,0, 8,6 и 7,7 т/га соответственно.

В 2024 г. в засушливых погодных условиях лучшие результаты по продуктивности при выращивании на орошении получены на гибридах сахарной свеклы Корвет и Первомайский в ОСХ «Урупское» (см. таблицу 16). Урожайность составила 70,6 и 74,8 т/га, сбор сахара – 11,8 и 13,1 т/га соответственно. Гибрид Престиж также показал хорошие результаты в ОАО «Имени Ильича» (Ленинградский район Краснодарского края) и СПА «Колхоз имени Ворошилова» (Новоалександровский район Ставропольского края). В данных испытаниях гибриды Корвет, Первомайский и Престиж имели показатели продуктивности на уровне лучших иностранных стандартов, а по отдельным показателям превосходили их.

Таблица 15 – Продуктивность гибридов сахарной свеклы селекции ФГБНУ «Первомайская СОС», в производственно-демонстрационных испытаниях по данным механизированной уборки, 2023 г.

№ п/п	Гибрид	ОСХ «Урупское», Но- вокубанский р-он Краснодарского края			ООО «Успенский Са- харник», Агросахар-3, Успенский р-он Краснодарского края			СПК колхоз «Родина», Новоалександровский р-он Ставропольского края			ООО Агропромсоюз «Успенский», Бело- глинский р-он Краснодарского края			Среднее по испытаниям, сбор сахара, т/га
		урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	
Гибриды ФГБНУ Первомайская СОС														
1	Рубин	38,0	16,6	6,3	45,7	17,73	8,1	–	–	–	–	–	–	7,2
2	Вектор	43,6	18,2	7,9	45,4	18,30	8,3	52,6	15,24	8,0	45,4	16,06	7,3	7,9
3	Корвет	47,5	16,5	7,8	50,7	16,61	8,4	54,7	16,04	8,8	–	–	–	8,3
4	Престиж	49,7	16,6	8,3	63,9	16,31	10,4	60,7	16,65	10,1	–	–	–	9,6
5	Первомайский	48,9	18,6	9,1	45,2	18,32	8,1	–	–	–	45,9	16,87	7,7	8,3
6	ПСС-39518	40,4	16,3	6,6	–	–	–	61,2	15,18	9,3	–	–	–	8,0
7	ПСС-39448	36,6	17,1	6,3	50,6	16,67	8,4	–	–	–	–	–	–	7,4
8	ПСС-39495	39,8	17,7	7,1	50,4	17,38	8,8	63,2	15,84	10,0	42,4	15,11	6,4	8,1
Среднее по испытанию		42,5	17,2	7,3	49,9	17,4	8,6	58,2	15,73	9,2	44,8	15,99	7,2	–
НСР _{0,5}		5,3	0,8	0,7	5,9	0,7	0,9	4,7	0,6	0,8	4,3	0,7	0,6	–

Таблица 16 – Продуктивность гибридов сахарной свеклы селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» в производственно-демонстрационных испытаниях по данным механизированной уборки, 2024 г.

№ п/п	Гибрид	ОСХ «Урупское», Новокубанский р-он Краснодарского края (на орошении)			ОАО «Имени Ильича», Ленинградский р-он Краснодарского края			СПА «Колхоз имени Во- рошилова», Ставрополь- ский край			ООО СХП «Темижбек- ское», Ставропольский край			Среднее по испытаниям, сбор сахара, т/га
		урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	
Гибриды ФГБНУ «Первомайская СОС»														
1	Рубин	67,4	16,9	11,4	20,5	16,9	3,5	39,8	16,4	6,5	28,7	18,6	5,3	6,7
2	Вектор	66,7	16,1	10,7	23,1	16,5	3,8	33,0	17,5	5,8	27,3	18,6	5,1	6,4
3	Корвет	70,6	16,7	11,8	–	–	–	35,5	15,8	5,6	32,6	18,2	5,9	7,8
4	Престиж	67,4	16,5	11,3	24,4	16,3	4,0	40,1	17,7	7,1	29,0	18,9	5,5	7,0
5	Первомайский	74,8	17,5	13,1	–	–	–	40,0	17,9	6,9	34,8	18,3	6,4	8,8
6	ПСС-40166	72,6	17,2	12,5	23,4	15,7	3,7	40,1	16,2	6,5	32,7	17,6	5,8	7,1
Среднее		70,3	16,8	11,9	22,9	16,4	3,8	38,3	16,9	6,4	30,9	18,4	5,7	7,0
Гибриды иностранной селекции														
Среднее		71,7	17,2	12,3	26,2	16,1	4,2	38,6	16,2	6,3	33,6	18,8	6,3	7,3

Таблица 17 – Продуктивность гибридов сахарной свеклы селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» в производственно-демонстрационных испытаниях по данным механизированной уборки, 2025 г.

№ п/п	Гибрид	ОСХ «Урупское», Новокубанский р-он Краснодарского края			ОАО «Имени Ильича», Ленинградский р-он Краснодарского края			СПК Колхоз «Родина», Новоалександровский р-он Ставропольского края			АО «Агрокомплекс» им. Н.И. Ткачева. Выселковский район. Краснодарского края			Среднее по испытаниям, сбор сахара, т/га
		урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	урожайность, т/га	сахаристость, %	сбор сахара, т/га	
Гибриды ФГБНУ «Первомайская СОС»														
1	Рубин	47,3	19,9	9,4	12,3	14,6	1,79	32,3	19,1	6,3	45,3	16,2	7,3	6,2
2	Вектор	58,3	21,5	12,5	10,6	12,6	1,3	38,1	17,8	6,8	41,9	18,2	7,6	7,1
3	Корвет	56,3	18,8	10,6	14,7	16,4	2,8	36,5	18,1	6,6	52,9	18,5	9,8	7,5
4	Престиж	59,3	20,7	12,3	12,7	13,1	1,7	39,7	19,4	7,7	47,4	18,3	8,7	7,6
5	Первомайский	59,3	20,4	12,1	17,1	14,0	2,9	32,8	18,9	6,2	45,4	17,1	7,8	7,3
6	ПСС-40166	66,7	20,4	13,6	13,5	14,4	1,9	34,9	19,1	6,7	44,0	17,8	7,8	7,5
Среднее		58,5	19,9	11,7	14,8	14,2	2,3	35,0	18,8	6,7	48,0	18,0	8,6	7,3
Гибриды иностранной селекции														
Среднее		55,2	20,4	11,3	14,3	13,8	2,0	37,0	18,8	6,9	50,9	17,9	9,1	7,3

В данной работе эффективность внедрения новых гибридов рассчитана, исходя из фактических средних затрат и производственных показателей за 2023–2025 гг. при выращивании сахарной свеклы в филиале НИИ «ВНИИМК» Опытном-семеноводческом хозяйстве «Урупское» в товарных посевах (приложение Б. Акты внедрения гибридов сахарной свеклы). В структуре посевных площадей сахарная свекла ежегодно занимает от 600 до 800 га. Хозяйство выращивает гибрид отечественной селекции Рубин на площади 365 га, который был выбран в качестве контроля. Средняя продуктивность новых гибридов сахарной свеклы по данным производственно-демонстрационных испытаний в 2023–2025 гг. представлена в таблице 18.

Таблица 18 – Средняя продуктивность гибридов сахарной свеклы в 2023–2025 гг. в производственно-демонстрационных испытаниях в ОСХ «Урупское»*

№ п/п	Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, (Дигестия), %	Сбор сахара, т/га	Потери в мелассе, %	Выход белого сахара	
						%	т/га
1	Рубин	50,9	17,4	8,9	2,72	14,68	7,5
2	Первомайский**	54,9	18,6*	10,2	2,85	15,75	8,6
3	Корвет	58,1	16,5	9,6	3,31	13,20	7,7
4	Престиж**	58,8	17,6	10,3	2,24	15,36	9,0*
5	Вектор	56,5	18,2	9,1	2,94	15,26	8,6
Среднее		55,8	17,7	9,5	2,81	14,9	8,3
НСР _{0,5}		4,3	0,8	0,7	0,11	0,9	0,6
Производственный посев в ОСХ «Урупское» на площади 365 га							
Рубин		48,0	17,4	8,4	2,72	14,5	6,96
* – анализ качества корнеплодов проведен на аналитическом комплексе BETALYSER, ФГБНУ Первомайская СОС;							
** – гибриды, имеющие достоверную прибавку при 5%-м уровне значимости.							

При средней урожайности сахарной свеклы по хозяйству 48,0 т/га и сахаристости 17,4 % сбор очищенного сахара составил 6,96 т/га. При расчетах использованы средние закупочные цены на корнеплоды сахарной свеклы, сложившиеся в

2023–2025 гг. Закупочная цена один из основных показателей, влияющих на эффективность производства. Именно он наряду с общими затратами определяет, насколько будет выгодной реализация полученного урожая. Но если на затраты можно повлиять, то закупочные цены складываются, исходя из рыночной конъюнктуры.

К числу основных показателей экономической эффективности в свекловодстве относятся: урожайность, стоимость валовой продукции с 1 га, производственные затраты на единицу площади, себестоимость одной тонны продукции, чистый доход с 1 га, уровень рентабельности производства.

Стоимость валовой продукции (СВП) определяется по формуле (1):

$$\text{СВП} = \text{Ц}_3 \times \text{У}, \quad (1)$$

где Ц_3 – закупочная цена, руб.;

У – урожайность, т/га;

СВП – стоимость валовой продукции с 1 га, руб.

В 2023–2025 гг. закупочная цена на корнеплоды сахарной свеклы составила в среднем 4 200 руб./т.

Производственные затраты рассчитываются по технологическим картам, включая дополнительные затраты на уборку, транспортировку, доработку дополнительного урожая и стоимости посевного материала. Затраты на выращивание сахарной свеклы. в ОСХ «Урупское» составили 176 000 руб./га.

Себестоимость ($\text{С}_с$) – денежные затраты на производство одной тонны продукции. Определяется путем деления производственных затрат (П_3) на урожайность (У) сахарной свеклы с одного гектара, формула (2).

$$\text{С}_с = \text{П}_3 / \text{У}, \text{ руб./т.} \quad (2)$$

Чистый доход (ЧД) рассчитывается как разница между стоимостью валовой продукции (СВП) и затратами, которые пошли на ее производство (П_3), формула (3).

$$\text{ЧД} = \text{СВП} - \text{П}_3, \text{ руб.} \quad (3)$$

Рентабельность – итоговый показатель экономической эффективности производства, означает доходность, целесообразность производства с хозяйственной

точки зрения и определяется нормой рентабельности (H_p). Норма рентабельности рассчитывается как отношение чистого дохода к производственным затратам и выражается в процентах, формула (4):

$$H_p = \text{ЧД} / \text{Пз} \times 100 \%. \quad (4)$$

Результаты экономических расчетов выращивания сахарной свеклы в ОСХ «Урупское» в 2023 г. представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Экономическая эффективность выращивания новых высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы, 2023–2025 гг.

Экономический показатель	Рубин, контроль*	Гибрид		
		Престиж	Корвет	Первомайский
Урожайность, т/га	47,3	58,8	58,1	54,9
Сахаристость, %	17,4	17,6	16,5	18,6
Прибавка урожайности нового гибрида, т/га	±0,0	11,5	10,8	7,6
Средняя цена реализации, руб./т	4200	4200	4200	4200
Стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	198,66	246,96	244,02	230,58
Производственные затраты, тыс. руб./га	176,0	176,0	176,0	176,0
Себестоимость 1 т корнеплодов, руб.	3720,9	2993,2	3029,3	3205,8
Чистый доход, тыс. руб./га	22,66	70,96	68,02	54,58
Уровень рентабельности, %	12,9	40,3	38,6	31,0
* – расчет экономических показателей произведен по усредненной закупочной цене без учета содержания сахара в корнеплодах, так как данный показатель учитывается при расчете закупочной цены на корнеплоды при приемке на сахарном заводе.				

По результатам трехлетнего изучения и оценки эффективности производства можно предварительно заключить, что гибриды Престиж, Корвет и Первомайский превзошли по урожайности стандарт (гибрид Рубин) на 11,5, 10,8 и 7,6 т/га соответственно. Они также показали преимущество перед другими изучаемыми гибридами.

Урожайность корнеплодов имеет решающее значение в повышении экономической эффективности возделывания. В результате прибавки урожайности снизилась себестоимость корнеплодов новых гибридов на 727,7, 691,6 и 515,1 руб./т

соответственно. Это способствовало увеличению чистого дохода от использования новых продуктивных гибридов Престиж, Корвет и Первомайский на 48,3, 45,36 и 31,92 тыс./га соответственно.

Использование новых гибридов Престиж, Корвет и Первомайский в сельскохозяйственном производстве способствовало повышению уровня рентабельности производства сахарной свеклы, показатель соответственно составил 40,3, 38,6 и 31,0 % против 12,9 % на контроле.

Экономическая эффективность производства сахарной свеклы в последние годы снижается, так как наблюдается диспаритет цен на продукцию сельского хозяйства и слагающие ее параметры – пестициды, семена, удобрения, техника, топливо и т. д.

Затраты на выращивание сахарной свеклы в 2026 г. могут превысить 190–205 тыс. руб./га. Согласно данным Росстата, в сентябре 2023 г. средняя цена на сахарную свеклу в России составила 4 878 руб./т без НДС. Средняя цена в ЦФО была равна 5 275 руб./т, в ЮФО – 4 405 руб./т. Для сравнения: средняя закупочная цена в 2019 г. составила 2 142 руб./т; в 2020 г. – 3 410 руб./т; в 2021 г. – 3 740 руб./т; в 2022 г. – 4 760 руб./т (декабрь).

В складывающихся условиях рынка высокая эффективность сельскохозяйственного производства возможна только при наличии экономически обоснованной системы цен и ценообразования. С учетом издержек на производство сельскохозяйственной продукции и экономических возможностей товаропроизводителей особую актуальность приобретает внедрение в производство новых гибридов сахарной свеклы, способствующих увеличению продуктивности и повышению рентабельности производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретически обоснованы принципы создания исходных селекционных материалов сахарной свеклы с использованием провокационных фонов. Получены устойчивые к цветущности и холодовому стрессу новые линии и гибриды, а также определены морфологические и генетические изменения при формировании вегетативных и генеративных органов.

Обобщение полученных в результате многолетних экспериментов данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Скрининг при подзимнем провокационном посеве позволил дифференцировать селекционный материал по степени и срокам цветущности. Сильноцветущие генотипы с геном В1 проявляли раннюю цветущность, в то время как у родительских форм (МС 4935хОТ 4936, МС 11348хОТ 11301, ОТ 11301, Оп 5046х5063, Оп 10183) она наблюдалась на протяжении всего вегетационного периода.

2. Установлено, что для контроля поздней цветущности в селекционном материале одного цикла отбора недостаточно. После двух циклов отбора на провокационном фоне количество цветущих растений по всем селекционным материалам снижается на 60–80 %, проявляясь только в виде поздней цветущности, не заметной в обычных условиях.

3. В агроклиматической зоне Краснодарского края для отбора нецветущих генотипов сахарной свеклы наиболее эффективен подзимний посев, который позволяет отобрать генотипы, устойчивые к ранней и поздней цветущности. Для тестирования селекционных материалов эффективнее ранневесенний посев в первой декаде февраля.

4. Среди потомств от самоопыления генотипов растений сахарной свеклы, прошедших отбор на провокационных фонах, выделены линии Оп 5121 П99/96 р-4/23, Оп 5121х5137 р-3/23, Оп 5046х5063 р-3/23 с устойчивостью к цветущности и холодовому стрессу, что служит критерием оценки исходного материала.

5. Климатические условия Республики Беларусь в экологическом пункте РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» являются благоприятными естественными условиями для провокации цветущности у сахарной свеклы. Вегетационный период характеризуется более длинным световым днем (+1,57 ч) и более низкими среднесуточными температурами (на 3,1...5,5 °С) по сравнению с условиями г. Гулькевичи (Краснодарский край).

6. Экологические испытания, проведенные в Республике Беларусь, позволили оценить селекционные материалы и гибриды сахарной свеклы в естественных условиях по признаку цветущности и устойчивости к низким температурам на начальных фазах роста, а также изучить продуктивность новых гибридов селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» с целью расширения их районирования в более северные регионы РФ.

7. Линии Оп 5121х5137, Оп 5046х5063, полученные методами классической селекции, подтвердили устойчивость к цветущности молекулярно-генетическими исследованиями. Сочетание этих методов позволяет точно отбирать нецветущие генотипы сахарной свеклы, сокращая объем полевых исследований.

8. Отбор селекционных материалов на подзимнем провокационном фоне позволяет дифференцировать их по устойчивости к цветущности и низким положительным температурам. Метод, включающий воздействие низкой температурой в процессе проращивания при +7 °С и самоопыление, позволяет выделить генетически сбалансированные генотипы и создать линии устойчивые к холодовому стрессу и цветущности.

9. Используя созданные самоопыленные линии, устойчивые к цветущности и холодовому стрессу, получены высокопродуктивные гибриды сахарной свеклы Корвет, Престиж, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации.

10. Испытания гибридов сахарной свеклы ФГБНУ «Первомайская СОС» в Республике Беларусь подтвердили их конкурентоспособность по продуктивности и другим показателям. Гибриды Корвет и Престиж, созданные с участием линий,

отобранных на провокационных фонах, показали полную устойчивость к цветушности.

11. Производственно-демонстрационные испытания в 2023–2025 гг. подтвердили экономическую эффективность внедрения новых гибридов сахарной свеклы Престиж, Корвет и Первомайский в сравнении с контролем (Рубин). Их урожайность была выше и составила 11,5, 10,8 и 7,6 т/га соответственно. Это привело к снижению себестоимости на 727,7, 691,6 и 515,1 руб./т и повышению рентабельности производства сахарной свеклы до уровня 40,3, 38,6 и 31,0 % (против 12,9 % у контроля).

12. Впервые создана коллекция тератных форм сахарной свеклы для классификации нарушений развития у селекционных материалов. Экстремальные условия окружающей среды (температура, влажность, структура почвы и пр.) могут вызывать морфологические изменения. Провокационные условия позволяют выявлять и браковать генотипы, склонные к физиологическим нарушениям.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ И ПРОИЗВОДСТВА

1. Для создания исходного материала сахарной свеклы целесообразно внедрять в селекционную работу способ оценки и отбора исходных биотипов сахарной свеклы с использованием провокационного фона при подзимнем посеве, что позволяет создавать материалы, устойчивые к цветущности и воздействию низких положительных температур. Доля влияния фактора отбора по данным признакам составляет 56,8 %.

2. В сочетании с классическими методами тестирования по устойчивости к цветущности рекомендуется использовать молекулярно-генетические маркеры, позволяющие с высокой точностью отбирать нецветущные генотипы при создании новых линий и гибридов сахарной свеклы. Это позволяет сократить селекционный процесс более чем в два раза.

3. Свеклосеющим хозяйствам рекомендовать использовать высокопродуктивные гибриды сахарной свеклы Корвет, Престиж, созданные с использованием материалов, устойчивых к цветущности и низким температурам в весенний период, полученных в результате исследований. По результатам производственно-демонстрационных испытаний в 2023–2025 гг. данные гибриды показали полную устойчивость к цветущности и высокую урожайность на уровне 54,9–58,8 т/га, что сопоставимо с иностранными аналогами.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Н/ц – нецветущие растения.

Оп – многосемянные линии-опылители, компоненты гибрида.

ЦМС – цитоплазматическая мужская стерильность.

МС линия – мужская стерильная линия.

СВП – стоимость валовой продукции с 1 га, руб.

Цз – закупочная цена, руб.

У – урожайность, т/га.

Сс – себестоимость.

Пз – производственные затраты.

ЧД – чистый доход.

Нр – норма рентабельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник по Краснодарскому краю. – Краснодар : Книжное издательство, 1961. – 467 с.
2. Алексеенкова, Е. Сахарная свекла: в борьбе за рентабельность / Е. Алексеенкова // АгроФорум. – 2020. – № 7. – С. 46–48.
3. Асаналиев, А. Ж. Влияние сроков посева и норм высева без высадочных семенников сахарной свеклы на перезимовку, урожай и качество семян в предгорной орошаемой зоне Чуйской долины Кыргызской Республики // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 5 (73). – С. 119–122.
4. Ахметьянов, Т. Р. Влияние сроков посева на продуктивность корнеплодов сахарной свеклы / Т. Р. Ахметьянов, Д. Р. Исламгулов, Р. И. Еникиев // Актуальные вопросы бухгалтерского учета, статистики и информационных технологий. – 2016. – С. 150–153.
5. Балков, И. Я. Гетерозис сахарной свеклы по признаку сахаристости / И. Я. Балков. – Вестник сельскохозяйственной науки. – 1986. – № 10. – С. 55–59.
6. Балков, И. Я. Цитоплазматическая мужская стерильность сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) Фенотипическое проявление, генетические особенности и селекционное использование : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 06.01.05 / Балков Иван Яковлевич. – Воронеж, 1975. – 41 с.
7. Бартенев, И. И. Качественные показатели сырья свеклосемян и методика их определения / И. И. Бартенев, В. С. Пивоваров, С. А. Козлов // Сахарная свекла. – 2018. – № 7. – С. 26–28.
8. Бартенев, И. И. Селекция сахарной свеклы: новые горизонты [Электронный ресурс] / И. И. Бартенев. – Режим доступа : <https://www.nsss-russia.ru/2018/10/17/селекция-сахарной-свеклы-новые-гориз/>, свободный. – Заглавие с экрана.
9. Бекнозарова, З. Ф. Выращивание сахарной свеклы / З. Ф. Бекнозарова, М. У. Турдибаева // Молодой ученый. – 2016. – № 12 (116). – С. 1055–1057.
10. Бережко, С. Т. Прогнозирование полевой всхожести семян в процессе селекции сахарной свеклы / С. Т. Бережко. – Киев, 1983. – С. 23–31.

11. Библиофонд : электронная библиотека студента [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=559817>, свободный. – Заглавие с экрана.
12. Биотехнологические гибриды сахарной свеклы / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, В. А. Логвинов, [и др.] // Сахарная свекла. – 2020. – № 3. – С. 2–7.
13. Богомолов, М. А. Апомиксис – эволюционный путь в селекции сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) / М. А. Богомолов // Сахарная свекла. – М., 2010. – № 2. – С. 32–34.
14. Болелова, З. А. О генотипических и физиологических особенностях признака цветущности у растений сахарной свеклы / З. А. Болелова, В. Г. Тихонова, Е. В. Лещенко // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 10. – С. 95–99.
15. Борлоут, Н. Э. Семена возможностей: перспектива сельскохозяйственной биотехнологии [Электронный ресурс] / Н. Э. Борлоут. – Режим доступа : <http://www.escolife.ru/jornal/ekon/2001-4-1.shtml>, свободный. – Заглавие с экрана.
16. Боровик, Г. Г. Почвы Краснодарского края / Г. Г. Боровик, К. В. Дорошенко // Молодой исследователь: вызовы и перспективы. – Краснодар, 2021. – С. 231–233.
17. Бохан, А. И. Селекция и семеноводство корнеплодных овощных культур : монография / А. И. Бохан – Москва : ФГБНУ ВСТИСП, 2019. – 350 с.
18. Булатов, Р. К. История происхождения сахарной свеклы / Р. К. Булатов // NovaInfo. Ru. – 2016. – Т. 3. – № 44. – С. 66–69.
19. Буренин В. И. Свекла : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 06.01.05 / Буренин Валентин Иванович. – Ленинград, 1983. – 32 с.
20. Буренин, В. И. Адаптивный потенциал генресурсов кормовой свеклы / В. И. Буренин, Д. В. Соколова // Сахарная свекла. – 2016. – № 3. – С. 8–12.
21. Буренин, В. И. Адаптивный потенциал рода *Beta* L / В. И. Буренин, Т. М. Пискунова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции – 2014. – Т. 175, № 2. – С. 20–32.
22. Буренин, В. И. Генетика свеклы / В. И. Буренин, И. А. Шевцов // Генетика культурных растений. – Ленинград : Агропромиздат, 1990. – С. 135–163.

23. Буренин, В. И. Генофонд для селекции свеклы столовой (современные аспекты изучения и использования) / В. И. Буренин, Д. В. Соколова, Т. М. Пискунова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180, № 3. – С. 19–25.
24. Буренин, В. И. О цветущности свеклы / В. И. Буренин, В. Н. Кочнева, М. И. Щеголева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1979. – Т. 65, Вып. 1. – С. 19–26.
25. Буренин, В. И. О цветущности столовой свеклы в связи с ее холодостойкостью / В. И. Буренин, Д. В. Соколова // Сборник научных трудов Отделения сельскохозяйственных наук Петровской академии наук и искусств (ПАНИ). – 2014. – С. 56–66.
26. Буренин, В. И. Цветущность столовой свеклы: проблемы и пути решения / В. И. Буренин, Т. М. Пискунова, Д. В. Соколова // Овощи России. – 2016. – № 2. – С. 33–38.
27. Буторина, А. К. Молекулярно-генетические исследования у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) / А. К. Буторина, А. В. Корниенко // Генетика. – 2011. – Т. 47, № 10. – С. 1285–1296.
28. Вавилов Н. И. Селекция как наука / Н. И. Вавилов // Теоретические основы селекции. – Москва : Сельхозгиз, 1935. – 365 с.
29. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции / Н. И. Вавилов. – Москва : Наука, 1987. – С. 87–409.
30. Вакуленко, В. В. Влияние регуляторов роста и гербицидов на поражаемость болезнями и урожайность сахарной свеклы / В. В. Вакуленко // Сахарная свекла. – 2016. – № 2. – С. 34–35.
31. Вальков, В. Ф. Почвоведение (почвы Северного Кавказа) : учебник / В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель, В. И. Тюльпанов. – Краснодар : Советская Кубань, 2002. – 728 с.
32. Васильченко, Е. Н. Молекулярно-генетическая оценка растений-регенерантов сахарной свеклы в культуре *in vitro* / Е. Н. Васильченко, Н. А. Карпеченко // Сахар. – 2018. – № 2. – С. 5–10.

33. Волкова, О. И. Экономика предприятия (фирмы) : учебник / О. И. Волкова, О. В. Девяткина. – 3-е изд. перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2005. – 601 с.
34. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск, 2005. – 320 с.
35. Генофонд для селекции сахарной свеклы / С. А. Мелентьева, М. Л. Цвирко, Л. А. Азарко [и др.] // Сахар. – 2020. – № 9. – С. 46–49.
36. Герр, Е. С. Сахарная свеклы / Е. С. Герр, О. И. Стогниенко, А. Н. Игнатов // Сахарная свекла. – 2022. – № 5. – С. 2–7.
37. Гетерозис по всхожести семян / В. В. Волгин, В. А. Логвинов, А. Г. Шевченко [и др.] // Сахарная свекла. – Москва, 2006. – № 10. – С. 16–18.
38. ГОСТ 33884-2016. Свекла сахарная. Технические условия. Взамен ГОСТ Р 52647-2006. – Введ. 01.07.2017. – Москва : Стандартинформ, 2016. – 8 с.
39. Гранкина, А. О. Влияние кремнийсодержащих биостимуляторов на холодостойкость пшеницы и сахарной свеклы / А. О. Гранкина // Агрохимия. – 2022. – № 8. – С. 22–28.
40. Гринько, Т. Ф. Линейно-гетерозисный метод селекции сахарной свеклы / Т. Ф. Гринько, В. Г. Перетяцько // Вестник сельскохозяйственной. науки. – 1962. – № 8. – С. 43–49.
41. Гужов Ю. Л. Селекция и семеноводство культурных растений : учебник / Ю. Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек; под ред. Ю. Л. Гужова. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 463 с.
42. Гуйда, В. Н. Сила роста как метод оценки качества семян / В. Н. Гуйда // Сельское хозяйство за рубежом. – 1982. – № 5. – С. 25–30.
43. Гуреев, И. И. Современные технологии возделывания и уборки сахарной свеклы : практ. руководство / И. И. Гуреев. – Москва : Печатный Город, 2019. – 224 с.
44. Девликамов, К. С. Цветущность сахарной свеклы: причины возникновения и способы борьбы / К. С. Девликамов, Д. К. Девликамов // Наше сельское хозяйство. Агрономия. – 2016. – № 9. – С. 10–14.
45. Дерюгин, В. А. Критические периоды развития свекловичных растений на юге России / В. А. Дерюгин // Сахарная свекла. – 2013. – № 8. – С. 10–15.

46. Дерюгин, В. А. Обзор стресс-факторов свекловичных растений в зоне неустойчивого увлажнения юга России // Научное обеспечение отрасли свекловодства : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» (Несвиж, 28–29 ноября 2013 г.). – Litres, 2017. – С. 229.

47. Дифференциация сортообразцов сахарной свеклы по SSR-маркерам для создания перспективных гибридов / А. А. Налбандян, А. С. Хуссейн, Т. П. Федулова [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2020. – № 4. – С. 18–21.

48. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Альянс, 2015. – 351 с.

49. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

50. Ефремова, Е. Н. Влияние ресурсосберегающей обработки почвы на развитие сахарной свеклы / Е. Н. Ефремова // Перспективы развития АПК в работах молодых ученых. – Тюмень, 2014. – С. 50–53.

51. Жабатинская, Ю. В. Использование простых сингл-кросс МС гибридов в селекции сахарной свеклы на гетерозис / Ю. В. Жабатинская, Е. С. Засухина // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник статей по материалам XII Всероссийской конференции молодых ученых (Краснодар, 5–8 февраля 2019 г.) / отв. за вып. А. Г. Кощев. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – С. 28–29.

52. Жужжалова, Т. П. Репродуктивная биология сахарной свеклы / Т. П. Жужжалова, О. А. Подвигина, Г. И. Ярмолук. – Воронеж : Сотрудничество, 2006. – 232 с.

53. Жуковский, П. М. Ботаника : учебник / П. М. Жуковский. – Москва : Высшая школа, 1964. – 478 с.

54. Жученко, А. А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) : монография . в 2 т. / А. А. Жученко. – Москва : РУДН, 2001. – Т. 1. – С. 780.

55. Жученко, А. А. Генетические ресурсы и селекция растений – главные механизмы адаптации в сельском хозяйстве / А. А. Жученко, Т. А. Рожмина // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 6 (81). – С. 23–31.

56. Зосимович, В. П. Краткий исторический очерк культурной свеклы в XIX и XX веках / В. П. Зосимович // Свекловодство. – Киев, 1940. – Т. 1. – С. 60–65.

57. Иванисов, М. М. Морозостойкость сортов и линий озимой мягкой пшеницы / М. М. Иванисов, Е. В. Ионова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 9–3 (51). – С. 110–113.

58. Иванова, В. Н. Импортзамещение на продовольственном рынке России: основные факторы, сдерживающие решение данной проблемы / В. Н. Иванова, С. Н. Серегин, В. С. Гринько // Сахар. – 2014. – № 9. – С. 21–28.

59. Игнатъев, А. Р. Онтогенез листа сахарной свеклы. Морфологический аспект / А. Р. Игнатъев, В. А. Мудрик, Г. А. Семенова // Физико-химические основы структурно-функциональной организации растений : тезисы докладов Международной научной конференции. – Екатеринбург, 2008. – С. 197–198.

60. Изменение основных климатических параметров восточной части Краснодарского края / В. И. Суслов, В. А. Дерюгин, В. Д. Петрова [и др.] // Сахарная свекла. – 2013. – № 1. – С. 7–10.

61. Изучение комбинационной способности линий сахарной свеклы / А. Н. Евсеева, Ю. В. Жабатинская, А. И. Луганченко [и др.] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – 2017. – С. 55–56.

62. Испытание гибридов сахарной свеклы ЗАО «Щелково Агрохим» в Воронежском госагроуниверситете / Е. С. Кутняхова, А. Н. Цыкалов, К. Ю. Бабин [и др.] // Молодежный вектор развития аграрной науки : материалы 65-й научной студенческой конференции (Воронеж, 1 марта 2014 г.). – Т. 1. Ч. II. – Воронеж : ВГАУ, 2014. – С. 90–92.

63. К вопросу о методике изучения тератных форм растений / А. А. Солодунов, Д. С. Смоляков, С. В. Разгоняев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 183. – С. 292–301.

64. Каден, Н. Н. К морфологии цветка и соцветия маревых / Н. Н. Каден, С. А. Смирнова // Морфология цветковых растений. – Москва : Наука, 1971. – С. 157–159.

65. Кайшев, В. Г. Возрождение селекции и семеноводства сахарной свеклы: стимулы и ограничения достижения целевых установок / В. Г. Кайшев, С. Н. Серегин, А. В. Корниенко // Сахарная свекла. – 2017. – № 10. – С. 2–6.

66. Комбинационная способность линий сахарной свеклы по признаку «урожайность» / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, А. А. Плешаков [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 97. – С. 101–104.

67. Корниенко А. В. Молекулярная селекция сахарной свеклы / А. В. Корниенко, А. К. Буторина // Сахарная свекла. – 2014. – № 1. – С. 12–15.

68. Коровин, А. И. Роль температуры в минеральном питании растений / А. И. Коровин. – Ленинград : Гидрометеиздат. – 1972. – 283 с.

69. Костюкевич, Т. К. Формирование урожая сахарной свеклы в годы с различными агрометеорологическими условиями / Т. К. Костюкевич // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – Т. 7. – С. 132–139.

70. Кравцов, А. М. Продуктивность гибридов отечественной и зарубежной селекции сахарной свеклы в зависимости от агротехнических факторов / А. М. Кравцов, Т. Я. Бровкина, И. А. Павелко // Энтузиасты аграрной науки. – 2019. – С. 32–43.

71. Красочкин, В. Т. Селекция на устойчивость к цветухе сортов свеклы / В. Т. Красочкин // Вестник социалистического растениеводства. – 1971. – № 3. – С. 21–27.

72. Крупин, П. Ю. Причины цветения: две стороны стрелкования сахарной свеклы / П. Ю. Крупин // Агрономия. – 2023. – Т. 13, № 11. – С. 26–71.

73. Кухарев, О. Н. К вопросу технико-технологического обеспечения селекции и семеноводства сахарной свеклы / О. Н. Кухарев, И. Н. Семов, И. А. Старостин // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 14, № 4–2. – С. 25–30.

74. Лазарев, В. И. Влияние природных и антропогенных факторов на продуктивность сахарной свеклы / В. И. Лазарев, В. Д. Муха, Ж. Горобец // Сахарная свекла. – 2009. – № 8. – С. 25–27.

75. Логвинов А. В. Характеристика селекционных образцов сахарной свеклы по признаку цветущности / А. В. Логвинов, В. И. Суслов // Наука XXI века: актуальные вопросы, проблемы и перспективы. – 2021. – С. 30–39.

76. Логвинов, А. В. Новые гибриды сахарной свеклы / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, В. А. Логвинов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 82. – С. 80–89.

77. Логвинов, А. В. Сахарная свекла – визуальные ресурсы: история и современное состояние / А. В. Логвинов, Л. В. Цаценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 168. – С. 175–183.

78. Логвинов, А. В. Селекция – как фактор ускорения эволюции сахарной свеклы / А. В. Логвинов. – Краснодар, 2020. – 131 с.

79. Логвинов, В. А. Влияние крупности семян сахарной свеклы на их посевные качества и урожайные свойства / В. А. Логвинов, В. В. Волгин, А. Г. Шевченко // Сахарная свекла. – 2006. – № 9. – С. 22–26.

80. Мазлумов, А. Л. Селекция сахарной свеклы / А. Л. Мазлумов. – Москва : Колос, 1970. – 203 с.

81. Методы биотехнологии как потенциал развития селекции сахарной свеклы / Т. П. Жужжалова [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – Т. 24, № 1. – С. 40–47.

82. Мирзаева, М. А. Биология сортов сахарной свеклы, вредителей, болезней и способы борьбы с ними / М. А. Мирзаева, Ш. Ш. Акромов // Universum: технические науки. – 2020. – № 11–3 (80). – С. 81–83.

83. Мищенко, В. Н. Совершенствование техники отбора и создание адаптивного исходного селекционного материала сахарной свеклы : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / Мищенко Владимир Николаевич. – Рамонь, 2010. – 123 с.

84. Моисеев, В. В. Региональное развитие селекции сахарной свеклы / В. В. Моисеев, А. В. Моисеев // Политематический сетевой электронный научный

журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – № 8 (152). – С. 77–84. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2019/08/pdf/10.pdf>.

85. Моисеев, В. В. Семеноводство и технологические приемы производства семян сахарной свеклы в Краснодарском крае / В. В. Моисеев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – № 9 (143). – С. 1–15. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2018/09/pdf/11.pdf>.

86. Молекулярные вариации гена *BTC1 Beta vulgaris L.* / А. С. Хусейн, Н. Р. Михеева, И. В. Черепухина [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 12. – С. 10–16.

87. Молекулярный анализ образцов сахарной свеклы на наличие гена устойчивости к цветущности / А. И. Абекова, Р. С. Ержебаева, Ш. О. Бастаубаева [и др.] // Вестник науки КАТУ им. С. Сейфуллина. – 2019. – № 3. – С. 92–100.

88. Морфозы у растений: визуальная коллекция [Электронный ресурс] / Л. В. Цаценко, А. Л. Назаров, Ю. В. Жабатинская [и др.]. – 2021. – Режим доступа : https://www.researchgate.net/publication/349604846_MORFOZY_U_RASTENIJvizualnaa_kollekcia.

89. Невмержицкая О. М. Эффективность использования биопрепаратов против возбудителя бурой гнили корнеплодов сахарной свеклы / О. М. Невмержицкая, А. К. Нурмухаммедов // Сахарная свекла. – 2016. – № 2. – С. 40–42.

90. Неговский, Н. А. Развитие сахарной свеклы / Н. А. Неговский // Биология и селекция сахарной свеклы. – Москва, 1968. – С. 228–245.

91. Новые полиморфизмы в гене *BTC1* сахарной свеклы / А. С. Хуссейн, А. А. Налбандян, Т. П. Федулова, [и др.] // Биотехнология. – 2020. – Т. 36, № 6. – С. 66–71.

92. Новый этап эволюции сахарной свеклы: от урожайности и сахаристости гибридов к рентабельности их возделывания / И. Я. Балков, А. В. Логвинов, В. А. Логвинов [и др.] // Сахарная свекла. – 2017. – № 10. – С. 8–13.

93. Оксененко, И. А. Растениеводство: учебное пособие для студентов высших аграрных учебных заведений, обучающихся по агрономическим специальностям / И. А. Оксененко. – Курск, 2010. – 275 с.

94. Особенности выращивания гибридов сахарной свеклы в условиях засухи / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, В. А. Логвинов [и др.] // Научно-практический журнал «Сахарная свекла». – 2020. – № 7. – С. 16–21.

95. Официальная статистическая информация по отраслям [Электронный ресурс]. – 2018. – Режим доступа : <http://www.stat.gov.kz>, свободно. – Заглавие с экрана.

96. Официальный сайт ФАО. Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа : <http://faostat.fao.org>, свободно. – Заглавие с экрана.

97. Оценка коллекционных образцов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) на холодостойкость / А. М. Абекова, Р. С. Ержебаева, А. В. Агеев [и др.] // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – № 50 (5). – С. 94–102.

98. Оценка коллекционных образцов свеклы по хозяйственно ценным признакам / А. И. Бохан, В. Е. Юдаева, А. Н. Крюков [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 5–16.

99. Оценка селекционных материалов сахарной свеклы по признаку цветущности / В. И. Суслов, В. А. Логвинов, В. Н. Мищенко [и др.] / Сахарная свекла. – 2012. – № 6. – С. 12–15.

100. Паншин Б. А. Селекция сахарной свеклы / Б. А. Паншин // Теоретические основы селекции растений. – 1937. – Т. 3. – С. 439–482.

101. Патент № 2798236 С1 Российская Федерация, МПК А01Н 1/02. Способ получения гибридных семян сахарной свеклы / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, А. В. Моисеев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы». – № 2022107623 ; заявл. 22.03.2022 ; опубл. 19.06.2023.

102. Первые биотехнологические гибриды сахарной свеклы / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, В. А. Логвинов [и др.] // Сахарная свекла. – 2024. – № 2. – С. 9–13.
103. Перспективы селекции сахарной свеклы в условиях юга России / В. И. Суслов, В. А. Логвинов, А. Г. Шевченко [и др.] // Сахарная свекла. – 2012. – № 7. – С. 23–27.
104. Писарев, В. Е. Инцухт / В. Е. Писарев // Теоретические основы селекции растений. – Киев : Гос. изд. колх. и совх. лит., 1935. – Т. 1. – С. 597–644.
105. Полиморфизм гена *BTC1* сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) и ассоциация с фенотипом цветущности / А. А. Налбандян, А. С. Хуссейн, Т. П. Федурова // Биотехнология. – 2025. – Т. 41, № 6. – С. 56–63.
106. Продуктивность гибридов сахарной свеклы Кубанской селекции / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, В. А. Логвинов [и др.] // Сахарная свекла. – 2020. – № 2. – С. 14–18.
107. Продуктивность экспериментальных гибридов сахарной свеклы / А. А. Бородин, Р. Н. Райлян, Ю. В. Жабатинская [и др.] // Сахарная свекла. – 2022. – № 9. – С. 38–40.
108. Пупкова, Ю. В. Климат Краснодарского края: мнение и ожидания молодежи. В 2 ч. Ч. 1 // Теория и практика общественного развития. – 2023. – № 10. – С. 93–102.
109. Реакция различных форм сахарной свеклы на холодовой стресс / А. Г. Шевченко, В. И. Суслов, В. А. Логвинов [и др.] // Сахарная свекла. – 2010. – № 4. – С. 6–9.
110. Результаты испытаний селекционного материала сахарной свеклы по устойчивости к цветущности / А. В. Логвинов, Л. В. Цаценко, В. Н. Мищенко [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 101. – С. 168–174.
111. Роик, Н. В. Создание однострочковых сортов и гибридов сахарной свеклы в Советском Союзе / Н. В. Роик // Энциклопедия рода *Beta*. Биология, генетика и селекция свеклы. – Новосибирск : Сова, 2010. – С. 248–264.
112. Савицкий, В. Ф. Генетика сахарной свеклы / В. Ф. Савицкий // Свекловодство. – Киев, 1940. – Т. 1. – С. 551–684.

113. Савицкий, В. Ф. К расовому изучению сахарной свеклы / В. Ф. Савицкий // Тр. Белоцерк. селекц. Станции. – 1927. – С. 38–65.

114. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023623582. Российская Федерация. Тератные формы у сахарной свеклы. Каталог образов / Л. В. Цаценко, Ю. В. Жабатинская, Е. С. Дмитрова ; заявитель ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» – № 2023623363 ; заявл. 16.10.2023 ; опубл. 23.10.2023.

115. Селихов, В. В. Стадийность развития растений и селекция сахарной свеклы / В. В. Селихов // Научные записки по сахарной промышленности. – 1935. – № 3.

116. ГОСТ 22617.2–94. Семена сахарной свеклы. Методы определения всхожести, однородности и доброкачественности. – Введ. 1997-01-01. – Минск : Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Москва : Издательство стандартов, 1997. – 6 с.

117. Семеноводство сахарной свеклы в связи с новыми направлениями селекционной работы / В. А. Логвинов, В. В. Моисеев, В. Н. Мищенко [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 71. – С. 45–52.

118. Силин, П. М. Технология сахара / П. М. Силин. – Москва : Рипол Классик, 2013.

119. Сичкарь, В. И. Реакция различных по скороспелости сортов сои на понижение температуры в начальные периоды роста / В. И. Сичкарь, В. Д. Беверсдорф // Сельскохозяйственная биол. – 1982. – Т. 17, № 5. – С. 673–678.

120. Слюсарев, В. Н. Почвы Краснодарского края / В. Н. Слюсарев, Т. В. Швец, А. В. Осипов. – Краснодар : КубГАУ, 2022. – 260 с.

121. Слюсаренко, З. С. Методические рекомендации по определению степени завязываемости плодов у семенных растений сахарной свеклы на высокую плодovitость и всхожесть семян / З. С. Слюсаренко, С. Т. Бережко. – Киев, 1976. – 5 с.

122. Смирнов, М. А. Производство сахарной свеклы в России: состояние, проблемы, направления развития / М. А. Смирнов // Сахарная свекла. – 2018. – № 7. – С. 2–7.

123. Современные аспекты селекции гибридов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) / С. Д. Каракотов, И. В. Апасов, А. А. Налбандян [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – Т. 25, № 4. – С. 394–400.

124. Способы регулирования роста растений сахарной свеклы / Л. М. Пахомова, Р. Р. Ахметов, Ш. Я. Гилязетдинов [и др.]. – 1983.

125. Способы создания гетерозисных гибридов сахарной свеклы / Р. Н. Райлян, А. Н. Евсеева, А. А. Плешаков [и др.] // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – 2017. – С. 100–101.

126. Теоретические и практические аспекты свекловодства в Краснодарском крае / В. И. Суслов, В. А. Логвинов, В. Н. Мищенко [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 5 (26). – С. 61–66.

127. Тестирование селекционных материалов сахарной свеклы на ранних этапах онтогенеза / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, В. А. Логвинов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 167. – С. 228–239.

128. Тишков, Н. М. Плодородие выщелоченного чернозема Западного Предкавказья и продуктивность зернопропашного севооборота с масличными культурами при длительном применении удобрений : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.01.04 / Тишков Николай Михайлович. – Краснодар, 2006. – 48 с.

129. Тютерев, С. Л. Научные основы индуцированной болезнеустойчивости растений / С. Л. Тютерев // Российская академия сельскохозяйственных наук. Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений. – Санкт-Петербург, 2002. – 328 с.

130. Удовенко, Г. В. Физиолого-биохимические особенности полиплоидной сахарной свеклы. Полиплоидная сахарная свекла (Генетика и селекция), АН БССР / Г. В. Удовенко // Институт генетики и цитологии. – 1966. – С. 193.

131. Федулова, Т. П. Молекулярное маркирование в селекции сахарной свеклы. Обзор / Т. П. Федулова, А. А. Налбандян // Сахар. – 2023. – № 3. – С. 24–27.
132. Федулова, Т. П. Современные возможности маркер-ассоциированной (MAS) селекции *Beta vulgaris* L / Т. П. Федулова, А. А. Налбандян // Сахар. – 2022. – № 6. – С. 34–40.
133. Хаджинов, М. И. Селекция перекрестноопыляющихся растений / М. И. Хаджинов, Б. А. Паншин // Теоретические основы селекции растений. – Москва, 1935. – Т. 1. – С. 569–595.
134. Хайко, Б. Селекция растений / Б. Хайко. – Litres, 2021. – 264 с.
135. Цаценко, Л. В. Аномальное развитие (фасциация) у растений сахарной свеклы [Электронный ресурс] / Л. В. Цаценко, Ю. В. Жабатинская, А. В. Логвинов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 94–105. – Режим доступа : <https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0629-3-222-226>.
136. Цаценко, Л. В. Визуальный анализ тератных форм растений [Электронный ресурс] / Л. В. Цаценко. – 2022. – Режим доступа : <https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0629-3-222-226>.
137. Цаценко, Л. В. Тератные формы растений: подходы и методы изучения / Л. В. Цаценко, А. В. Логвинов. – Краснодар : ООО «Просвещение-Юг», 2023. – 110 с.
138. Цаценко, Л. В. Явление фасциации – феномен в развитии у растений [Электронный ресурс] / Л. В. Цаценко, Е. С. Дмитрива // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 190. – С. 117–127. – Режим доступа : <https://doi.org/10.21515/1990-4665-190-015>.
139. Цаценко, Л. В. Явление фасциации у сахарной свеклы / Л. В. Цаценко, Ю. В. Жабатинская, А. В. Логвинов // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции (с Международным участием), посвященной 60-летию ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ», Майкоп, 17–19 ноября 2021 г. / Адыгейский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. – Майкоп : Магарин Олег Григорьевич, 2021. – С. 369–373.

140. Цветущность сахарной свеклы (*beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima* Döll): причины, генетические механизмы и предотвращение (обзор) / А. Ю. Крупина, П. Ю. Крупин, Г. И. Карлов [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2024. – Т. 59, № 1. – С. 73–91.

141. Чайкина, И. Укрощение строптивой / И. Н. Чайкина // АгроФорум. – 2021. – № 5. – С. 14–21.

142. Черкасова, Н. Н. Повышение устойчивости сахарной свеклы к стрессовым факторам методом биотехнологии / Н. Н. Черкасова // Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России. – 2019. – С. 352–356.

143. Чернявская, Л. И. Факторы, влияющие на технологические качества сахарной свеклы современных селекций и эффективность ее переработки / Л. И. Чернявская, Ю. А. Моканюк, В. Н. Кухар // Сахар. – 2020. – № 9. – С. 24–33.

144. Шелл, Дж. Возникновение концепции гетерозиса / Дж. Шелл // Гибридная кукуруза. – Москва : Иностранная литература, 1955. – С. 28–72.

145. Шпаар, Д. Сахарная свекла. Выращивание, уборка и хранение / Д. Шпаар, Д. Дрегер, А. Захарченко; под. общ. ред. Д. Шпаар. – Минск, 2006. – С. 326.

146. Щеголихина, Т. А. Современное состояние селекции сахарной свеклы в России / Т. А. Щеголихина // Техника и оборудование для села. – 2018. – № 5. – С. 14–17.

147. Щепетнев, П. Е. Способ выведения форм сахарной свеклы с повышенной сахаристостью и устойчивых к цветухе / П. Е. Щепетнев, А. С. Щепетнева. – 1973.

148. Эволюционные аспекты регуляции цветения: «флоригены» и «антифлоригены» / М. А. Лебедева, И. Е. Додуева, М. С. Ганчева [и др.] // Генетика. – 2020. – Т. 56, № 11. – С. 1279–1303.

149. Эволюция сахарной свеклы: от огородных форм – до современных рентабельных гибридов / И. Я. Балков, С. Д. Каракотов, А. В. Логвинов [и др.]. – Москва, 2017. – С. 48–51.

150. Экономическая эффективность производства сахарной свеклы по вариантам основной обработки почвы / А. В. Логвинов, В. А. Логвинов, А. Г. Шевченко [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 3. – С. 85–89.

151. Юданова, С. С. Миксоплоидия клеточных популяций сахарной свеклы и ее связь с репродуктивными признаками : дис. ... канд. биол. наук : 03.00.15 / Юданова Софья Станиславовна. – Санкт-Петербург : ВИР, 2004. – 115 с.

152. A new polymorphism on chromosome 6 associated with bolting tendency in sugar beet. *BMC* / C. Broccanello, P. Stevanato, F. Biscarini [et al.] // *Genet.* – 2015. – № 16. – 142 p.

153. Abegg, F. A. A genetic factor for the annual habit in beets and linkage relationship / F. A. Abegg. – 1936. – № 53. – P. 493–511.

154. Abou-Elwafa, S. F. Genetic identification of a novel bolting locus in *Beta vulgaris* which promotes annuality independently of the bolting gene B / S. F. Abou-Elwafa // *Molecular breeding*. – 2012. – T. 29. – P. 989–998.

155. Allard, R. W. History of plant population genetics / R. W. Allard // *Annual review of genetics*. – 1999. – T. 33, № 1. – P. 1–27.

156. Bandlow, G. Die Genetik der *Beta vulgaris*-Rüben / G. Bandlow // *Theoretical and Applied Genetics TAG*. – 1955. – Vol. 25, № 4. – P. 104–122.

157. Biscarini, F. Genomic predictions for binomial traits in sugar beet populations / F. Biscarini, P. Stevanato, C. Broccanello // *BMC Genet.* – 2014. – 87 (15). – P. 3–9.

158. Bosemark, N. O. Genetic poverty of the sugarbeet in Europe / N. O. Bosemark // *Proc. Conf. Broadening Genet. Base of Crops*. – 1979. – P. 29–35.

159. Dally, N. Two *CONSTANS-LIKE* genes jointly control flowering time in beet / N. Dally, M. Eckel, A. Batschauer // *Sci Rep.* – 2018. – № 8. – P. 16–120.

160. Haverson, R. M. Compendium of Beet Diseases and Pests / R. M. Haverson. – 2nd ed. – St. Paul, MN : American Phytopathological Society, 2009. – P. 58–59.

161. Höft, N. Haplotype variation of flowering time genes of sugar beet and its wild relatives and the impact on life cycle regimes / N. Höft, N. Dally, M. Hasler // *Front. Plant Sci.* – 2018. – № 8.

162. Höft, N. Sequence variation in the bolting time regulator *BTC1* changes the life cycle regime in sugar beet / N. Höft, N. Dally, Ch. Jung // *Plant Breeding*. – 2018. – № 137 (3).

163. Jaggard, K. W. Effects of sowing date on plant establishment and bolting and the influence of these factors on yields of sugar beet / K. W. Jaggard // *The Journal of Agricultural Science*. – 1983. – T. 101, № 1. – C. 147–161.
164. Kagami, H. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) / H. Kagami, M. Kurata, H. Matsu-hira // *Methods Mol. Biol.* – 2015. – № 1223. – P. 335–347.
165. Kasajima, I. Current Trends Anal Bioanal Chem / I. Kasajima. – 2018. – № 2 (1). – P. 57–63.
166. Kirchhoff, M. High degree of genetic variation of winter hardiness in a panel of *Beta Vulgaris* L / M. Kirchhoff // *Crop Science*. – 2012. – T. 52, № 1. – P. 179–188.
167. Koda, Y. Stimulation of root thickening and inhibition of bolt-ing by jasmonic acid in beet plants. *Plant Production Science* / Y. Koda, K. Ohkawa-Takahashi, Y. Kikuta. – 2001. – № 4 (2). – P. 131–135.
168. Kuroda, Y. Biennial sugar beets capable of flowering without vernalization treatment / Y. Kuroda // *Genetic Resources and Crop Evolution*. – 2024. – T. 71, № 2. – P. 823–834.
169. Melzer, S. Genetics and genomics of flowering time regulation in sugar beet / S. Melzer, A. E. Müller, C. Jung [et al.] // *Genomics of plant genetic resources. Vol. 2. Crop productivity, food security and nutritional quality*. – Springer, Dordrecht, 2014. – P. 3–26.
170. Munerati, O. L'eredita della tendenza alla annualita nella commune barbabietola coltivata / O. Munerati, A. Reihe // *Zeitschrift für Züchtung, Pflanzenzüchtung*. – 1931. – № 17. – P. 84–89.
171. Owen, F. V. Mendelian male sterility in sugar beets / F. V. Owen // *Proc. Amer. Soc. Sugar Beet Technol.* – 1952. – № 3. – P. 371–376.
172. Pfeiffer, N. Genetic analysis of bolting after winter in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) / N. Pfeiffer, C. Tränkner, I. Lemnian // *Theor. Appl. Genet.* – 2014. – № 127. – P. 2479–2489.
173. Pfeiffer, N. QTL for delayed bolting after winter detected in leaf beet (*Beta vulgaris* L.) / N. Pfeiffer // *Plant Breeding*. – 2017. – T. 136, № 2. – C. 237–244.

174. Pi, Z. Temporal expression pattern of bolting-related genes during vernalization in sugar beet / Z. Pi // Sugar Tech. – 2021. – T. 23. – C. 146–157.
175. Pin, P. The role of a pseudoresponse regulator gene in life cycle adaptation and domestication of beet / P. Pin, W. Zhang, S. Vogt // Curr. Biol. – 2012. – № 22. – P. 1095–1101.
176. Ravi, S. SNP alleles associated with low bolting tendency in sugar beet / S. Ravi // Frontiers in Plant Science. – 2021. – T. 12. – P. 693285.
177. Rezaei, J. Autumn-sown sugar beet cultivation in semiarid regions / J. Rezaei // Sugar beet cultivation, management and processing. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2022. – P. 275–290.
178. Sadeghi-Shoae, M. Evaluation the effect of paclobutrazol on bolting, qualitative and quantitative performance in autumn sown-sugar beet genotypes in Moghan region / M. Sadeghi-Shoae. – 2014.
179. Sadeghi-Shoae, M. Some Reactions of Physiological and Morphological characteristics to foliar Application of Paclobutrazol in Autumn sugar beet (*Beta Vulgaris*) / M. Sadeghi-Shoae, D. F. Taleghani, D Habibi // Biosciences Biotechnology Research Asia. – 2017. – T. 14, № 1. – P. 225–231.
180. Soare, E. Research on sugar beet production and trade – worldwide overview / E. Soare, I. Dobre, L. David // Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. – 2021. – № 21 (4). – P. 533–540.
181. Tränkner, C. A detailed analysis of the *BR 1* locus suggests a new mechanism for bolting after winter in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) / C. Tränkner // Frontiers in plant science. – 2016. – T. 7. – P. 1662.
182. Tränkner, C. Deciphering the complex nature of bolting time regulation in *Beta vulgaris* / C. Tränkner, N. Pfeiffer, M. Kirchhoff // Theor. Appl. Genet. – 2017. – № 130 (8). – P. 1649–1667.
183. Zhao, L. Vernalization promotes GA-mediated bolting initiation via the inhibition of ABA and JA biosynthesis / L. Zhao // Agronomy. – 2023. – T. 13, № 5. – P. 1251.

Приложения

Приложение А. Характеристика гибридов сахарной свеклы

Кубанский МС 95 – раздельноплодный диплоидный гибрид сахарной свеклы, урожайно-сахаристого типа, среднеспелый. Устойчив к церкоспорозу и почвенной засухе. Корнеплод ширококонической формы, погруженность в почву 70–80 %. Листовая розетка полу прямостоячая, лист крупный, волнистый, темно-зеленого цвета. Семенники мощные с равномерным созревaniem плодов. Суммарное содержание семян фракции 3,5–4,5 и 4,5–5,5 мм 70–80 %. Форма плода округлая, масса 1000 плодов 12–19 г, всхожесть 86–95 %, раздельноплодность 96–98 %. Урожайность потенциальная – 85 т/га. Сахаристость (дигестия) потенциальная 20,7 %, сбор сахара 9–12 т/га. Средняя урожайность по данным основного, экологического и Государственного сортоиспытания составила 68,0 т/га, сахаристость 16,5 %. Период вегетации 170 дн для средних и поздних сроков уборки.

Рубин – Генетически одноростковый диплоидный гибрид сахарной свеклы на стерильной основе, урожайно-сахаристого направления. Средняя урожайность за три года (2013–2015 гг.) составила 54,3 т/га, потенциальная 76 т/га, сахаристость 17,5 % потенциальная 20,5 %. Гибрид имеет коническую форму корнеплода, глубина погружения корнеплода в почву 70–80 %. Листовая розетка полупрямостоячая. Темно-зеленого цвета. Устойчив к церкоспорозу слабо поражается корнеедом и корневыми гнилями. Пригоден для средних и поздних сроков уборки.

Первомайский – одноростковый диплоидный, урожайно-сахаристого направления, среднеспелый. Средние показатели продуктивности за годы испытания составили: урожайность – 52,1 т/га (119 % от стандарта), сахаристость – 16,5 (103 % от стандарта), сбор сахара – 8,6 т/га (121 % от стандарта). Гибрид имеет ширококоническую форму корнеплода, глубина погружения корнеплода в почву 70–80 %. Листовая розетка полупрямостоячая, темно-зеленого цвета. Устойчив к церкоспорозу и цветущности, слабо поражается корнеедом и корневыми гнилями. Пригоден для средних и поздних сроков уборки.

Корвет – генетически одноростковый диплоидный гибрид урожайно-сахаристого типа, предназначенный для Северо-Кавказского региона. Средние показатели продуктивности за годы испытания составили: урожайность – 76,7 т/га, сахаристость – 16,9 %, сбор сахара – 13,0 т/га. Гибрид имеет ширококоническую форму корнеплода, со средней глубиной погружения корнеплода в почву. Листовая розетка полупрямостоячая, темно-зеленого цвета. Устойчив к церкоспорозу и цветущности, слабо поражается корнеедом и корневыми гнилями. Пригоден для средних и поздних сроков уборки.

Престиж – генетически одноростковый диплоидный гибрид сахаристого типа, предназначенный для Северо-Кавказского региона. По данным госсортоучастков Краснодарского края, в 2008 и 2009 гг. содержание сахара составило 104–106 % по отношению к стандарту при сравнительно высокой урожайности 102–105 %. Листовая поверхность светло-зеленого цвета, форма розетки полураскидистая, средней величины. Гибрид устойчив к церкоспорозу, мучнистой росе, форма корнеплода овально-конусовидная, погруженность корнеплода в почву составляет 80 % от общей массы. Обладает устойчивостью к корнееду и корневым гнилям. Потенциальная урожайность 80 т/га, потенциальная сахаристость 21,4 %. Период вегетации – 175 дней, пригоден для средних и поздних сроков уборки.

Приложение Б. Акты внедрения производства новых гибридов сахарной свеклы селекции ФГБНУ «Первомайская СОС»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ОСХ «Урупское»- филиала
ФГБНУ «ФНЦ ВНИИМК»А.И. Мурашкин
04.12.2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Директор ФГБНУ Первомайской СОС

А.В. Логвинов
04.12.2023 г.

АКТ

о результатах внедрения в производство новых гибридов сахарной
свёклы селекции ФГБНУ Первомайская СОС

Мы, нижеподписавшиеся: руководитель селекционно-семеноводческого центра сахарной свёклы Мищенко Владимир Николаевич, учёный секретарь Шевченко Анатолий Григорьевич, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения сахарной свёклы Плешаков Александр Александрович, заведующий лабораторией семеноводства и семеноведения сахарной свёклы Кошкин Сергей Сергеевич ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы», агроном-семеновод опытно-семеноводческого хозяйства «Урупское» - филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИМК» Тихонов Николай Викторович провели учёт продуктивности гибридов сахарной свёклы на участках производственных посевов и установили следующее:

Гибрид сахарной свеклы Рубин в 2023 г. выращивался на полях ОСХ «Урупское» Новокубанского района Краснодарского края на площади 365 га.

Агротехнические мероприятия, наблюдения и учёт урожайности проводились по общепринятым методикам и агротехнике данной зоны.

Результаты продуктивности в производственных посевах

Название гибрида	Площадь, га.	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
Рубин	365	38,0	17,4	6,6

Подписи:







В.Н. Мищенко
А.Г. Шевченко
А.А. Плешаков
С.С. Кошкин
Н.В. Тихонов



УТВЕРЖДАЮ:
Директор ОСХ «Урупское»- филиала
ФГБНУ «ФНЦ ВНИИМК»

А.И. Мурашкин
08.11.2024 г.



СОГЛАСОВАНО:
Директор ФГБНУ Первомайской СОС

А.В. Логвинов
08.11.2024 г.

АКТ

о результатах внедрения производства новых гибридов сахарной свёклы селекции
ФГБНУ Первомайская СОС

Мы, нижеподписавшиеся: руководитель селекционно- семеноводческого центра сахарной свёклы Мищенко Владимир Николаевич, учёный секретарь Шевченко Анатолий Григорьевич, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и семеноведения сахарной свёклы Плешаков Александр Александрович, заведующий лабораторией семеноводства и семеноведения сахарной свёклы Кошкин Сергей Сергеевич ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свёклы», агроном-семеновод опытно-семеноводческого хозяйства «Урупское»- филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИМК» Тихонов Николай Викторович провели учёт продуктивности гибридов сахарной свёклы на участках производственных посевов и установили следующее:

Гибрид сахарной свёклы Корвет в 2024 г. выращивался на поле ОСХ «Урупское» Новокубанского района Краснодарского края на площади 230 га.

Агротехнические мероприятия и наблюдения проводились по общепринятым методикам и агротехники данной зоны.

Результаты продуктивности производственных посевов

Название гибрида	Площадь, га.	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
Корвет	230	32,0	15,68	5,1

Подписи:

В.Н. Мищенко

А.Г. Шевченко

А.А. Плешаков

С.С. Кошкин

Н.В. Тихонов

Приложение В. Свидетельство о регистрации базы данных
тератных форм у сахарной свеклы,

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2023623582

Тератные формы у сахарной свеклы. Каталог образов

Правообладатель: **Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный аграрный университет им.
И.Т. Трубилина» (RU)**

Авторы: **Цаценко Людмила Владимировна (RU),
Жабатинская Юлия Владимировна (RU), Дмитрова
Елена Сергеевна (RU)**



Заявка № **2023623363**

Дата поступления **16 октября 2023 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных **23 октября 2023 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

Патент способ получения гибридных семян сахарной свеклы

Приложение Г. Скриншот гибрида сахарной свеклы Корвет из государственного электронного реестра селекционных достижений Российской Федерации

КОРВЕТ

[← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД](#)

Общая информация

- Культура: Свекла сахарная (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.)
- Группа: Технические
- Код сорта: 8058899
- Описание: Включен в Госреестр по Северо-Кавказскому (6) региону.
Односемянный диплоидный гибрид N-типа.
Положение листа прямостоячее. Отношение ширины к длине листовой пластинки среднее. Листовая пластинка зеленая. Черешок светло-зеленый. Глянцевитость и морщинистость листовой пластинки слабая, форма вершины тупая, антоциановая окраска отсутствует. Растение высокое. Корнеплод овально-конический, средней длины. Vegetационный период 180 дней.
В Северо-Кавказском регионе средняя урожайность корнеплодов - 373,0 ц/га, содержание сахара - 17,2 %, сбор сахара - 78,6 ц/га. Масса корнеплода 565,8 г.
За годы испытаний в полевых условиях региона слабо поражался корневыми гнилями и корнеедом.
- Автор(ы): КАПАК ЮЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА; КОРСУН ИРИНА ГЕОРГИЕВНА; ЛОГВИНОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ; ЛОГВИНОВ ВИКТОР АЛЕКСЕЕВИЧ; МИЩЕНКО ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ; МОИСЕЕВ ВИКТОР ВАСИЛЬЕВИЧ; ПАЦКОВА СВЕТЛАНА ВИКТОРОВНА; РАЙЛЯН РОМАН НИКОЛАЕВИЧ; ШЕВЧЕНКО АНАТОЛИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ; ШУВАЛОВ АРТЕМ АЛЕКСАНДРОВИЧ
- Характеристики:
 - Категория: гибрид первого поколения
 - Тип растения: урожайно-сахаристый-среднеспелый

Допуск

- Номер заявки на допуск: 80415
- Заявители: ФГБНУ ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ
- Дата регистрации заявки на допуск: 04 декабря 2019г.
- Год включения в реестр допущенных: 2022
- Регион(ы): Северо-Кавказский (6)
- Оригинатор(ы): ФГБНУ ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (352193, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, Г. ГУЛЬКЕВИЧИ, УЛ. ТИМИРЯЗЕВА, Д. 2 А)

Патент

- Номер заявки на охрану: 86200
- Дата регистрации заявки на охрану: 25 февраля 2022г.
- Патентообладатель(и): ФГБНУ ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (352193, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, Г. ГУЛЬКЕВИЧИ, УЛ. ТИМИРЯЗЕВА, Д. 2 А)
- Дата регистрации патента: 27 августа 2024г.
- Номер патента: 13830
- Расчетная дата окончания: 31 декабря 2054г.
- Сумма пошлины за текущий (2) год поддержания: 990,00 Р руб. Срок оплаты до 30.06.2026. В случае неоплаты действие патента прекращается. [Распечатать образец платежного поручения](#)

Скриншот гибрида сахарной свеклы Престиж из государственного электронного реестра селекционных достижений Российской Федерации

ПРЕСТИЖ

← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД

Общая информация

- Культура: Свекла сахарная (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.)
- Группа: Технические
- Код сорта: 7953741
- Описание: Включен в Госреестр по Северо-Кавказскому (6) региону.
Односемянный диплоидный гибрид N-типа.
Положение листа прямостоячее. Отношение ширины к длине листовой пластинки среднее. Листовая пластинка зеленая. Черешок светло-зеленый. Глянцевитости и морщинистости листовой пластинки слабые, форма вершины тупая, антоциановая окраска отсутствует. Растение средней высоты. Корнеплод ширококонический, средней длины. Вегетационный период - 180 дней.
В Северо-Кавказском регионе средняя урожайность корнеплодов - 735,3 ц/га, содержание сахара - 15,6 %, сбор сахара - 116,2 ц/га. Масса корнеплода - 507,0 г. За годы испытаний в полевых условиях слабо поражался корневыми гнилями и корневыми.
Автор(ы): БОРОДИН АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ, КАПАКЮЛЯ ВЛАДИМИРОВНА, КОРСУН ИРИНА ГЕОРГИЕВНА, КОШКИН СЕРГЕЙ СЕРГЕЕВИЧ, ЛОГВИНОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ, ЛОГВИНОВ ВИКТОР АЛЕКСЕЕВИЧ, МИЩЕНКО ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ, ПЛЕШАКОВ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ, ШЕВЧЕНКО АНАТОЛИЙ ГРИГОРЬЕВИЧ, ШУВАЛОВ АРТЕМ АЛЕКСАНДРОВИЧ
Характеристики:
- Категория: гибрид первого поколения
- Тип растения: урожайно-сахаристый-среднеспелый

Допуск

- Номер заявки на допуск: В1912
- Заявители: ФГБНУ ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ
- Дата регистрации заявки на допуск: 20 октября 2020г.
- Год включения в реестр допущенных: 2023
- Регион(ы): Северо-Кавказский (6)
- Оригинатор(ы): ФГБНУ ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (352193, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, Г. ГУЛЬКЕВИЧИ, УЛ. ТИМИРЯЗЕВА, Д. 2 А)

Р Патент

- Номер заявки на охрану: 89017
- Дата регистрации заявки на охрану: 27 апреля 2023г.
- Патентообладатель(ы): ФГБНУ ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (352193, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, Г. ГУЛЬКЕВИЧИ, УЛ. ТИМИРЯЗЕВА, Д. 2 А)
- Дата регистрации патента: 06 сентября 2024г.
- Номер патента: 13832
- Расчетная дата окончания: 31 декабря 2054г.
- Сумма пошлины за текущий (2) год поддержания: 990,00 Р руб. Срок оплаты до 30.06.2026. В случае неоплаты действие патента прекращается. [Распечатать образец платежного поручения](#)

Я Лицензии

Действующие

Номер	Тип лицензии	Дата действия	Условия
№000589	исключительная	С 16.09.2025 по 31.12.2030	На территории РФ с правом вывоза
Лицензиар	ФГБНУ ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (352193, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, Г. ГУЛЬКЕВИЧИ, УЛ. ТИМИРЯЗЕВА, Д. 2 А)		
Лицензиат	ООО ТОРГОВЫЙ ДОМ ХАВЕРС (353600, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, С. СТАРОМИНСКАЯ, УЛ. ТОЛСТОГО, Д. 2)		

Скриншот линии СКЛ 5046 из государственного электронного реестра селекционных достижений Российской Федерации

СКЛ 5046

← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД

Общая информация

- Культура: Свекла сахарная (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.)
- Группа: Технические
- Код сорта: 7652803
- Описание: Включён в Госреестр по Российской Федерации по всем регионам возделывания свёклы сахарной.
Родительский компонент гибрида свёклы сахарной. Листья промежуточные, окраска листовой пластинки зелёная. Форма корнеплода ширококоническая. Окраска черешка светло-зеленая.
- Автор(ы): КАПАК ЮЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА; ЛОГВИНОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ; ЛОГВИНОВ ВИКТОР АЛЕКСЕЕВИЧ; МИЩЕНКО ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ
- Характеристики:
 - Категория: линия

Допуск

- Номер заявки на допуск: 88777
- Заявители: ФГБНУ 'ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ'
- Дата регистрации заявки на допуск: 17 февраля 2023г.
- Год включения в реестр допущенных: 2023
- Регион(ы): Северный (1), Северо-Западный (2), Центральный (3), Волго-Вятский (4), ЦЧО (5), Северо-Кавказский (6), Средневожский (7), Нижневожский (8), Уральский (9), Западно-Сибирский (10), Восточно-Сибирский (11), Дальневосточный (12)
- Оригинатор(ы): ФГБНУ 'ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ' (352193, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, Г. ГУЛЬКЕВИЧИ, УЛ. ТИМИРЯЗЕВА, Д. 2 А)

Скриншот линии СКЛ 5121 П99/96 из государственного электронного реестра селекционных достижений Российской Федерации

СКЛ (5121 П 99/96)

[← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД](#)

Общая информация

- Культура: Свекла сахарная (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.)
- Группа: Технические
- Код сорта: 7754262
- Описание: Включён в Госреестр по Российской Федерации по всем регионам возделывания свёклы сахарной.
Родительский компонент гибрида свёклы сахарной. Вегетационный период 180 дней. Листья полупрямостоячие, окраска листовой пластинки зелёная. Форма корнеплода ширококоническая. Окраска черешка зелено-серебристая.
- Автор(ы): КАПАК ЮЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА; ЛОГВИНОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ; ЛОГВИНОВ ВИКТОР АЛЕКСЕЕВИЧ; МИЩЕНКО ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ
- Характеристики:
 - Категория: родительский компонент

Допуск

- Номер заявки на допуск: 86160
- Заявители: ФГБНУ 'ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ'
- Дата регистрации заявки на допуск: 17 февраля 2022г.
- Год включения в реестр допущенных: 2022
- Регион(ы): Северный (1), Северо-Западный (2), Центральный (3), Волго-Вятский (4), ЦЧО (5), Северо-Кавказский (6), Средневолжский (7), Нижневолжский (8), Уральский (9), Западно-Сибирский (10), Восточно-Сибирский (11), Дальневосточный (12)
- Оригинатор(ы): ФГБНУ 'ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ' (352193, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, Г. ГУЛЬКЕВИЧИ, УЛ. ТИМИРЯЗЕВА, Д. 2 А)

Скриншот линии СКМС (А-1х11301) из государственного электронного реестра селекционных достижений Российской Федерации

СКМС (А-1 X 11301)

[← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД](#)

Общая информация

- Культура: Свекла сахарная (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.)
- Группа: Технические
- Код сорта: 7754263
- Описание: Включён в Госреестр по Российской Федерации по всем регионам возделывания свёклы сахарной.
Родительский компонент гибрида свёклы сахарной. Вегетационный период 165 дней. Листья полупрямостоячие, окраска листовой пластинки зелёная. Форма корнеплода коническая. Окраска черешка серебристая.
- Автор(ы): КАПАК ЮЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА; ЛОГВИНОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ; ЛОГВИНОВ ВИКТОР АЛЕКСЕЕВИЧ; МИЩЕНКО ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ
- Характеристики:
 - Категория: родительский компонент

Допуск

- Номер заявки на допуск: 86161
- Заявители: ФГБНУ 'ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ'
- Дата регистрации заявки на допуск: 17 февраля 2022г.
- Год включения в реестр допущенных: 2022
- Регион(ы): Северный (1), Северо-Западный (2), Центральный (3), Волго-Вятский (4), ЦЧО (5), Северо-Кавказский (6), Средневожский (7), Нижневожский (8), Уральский (9), Западно-Сибирский (10), Восточно-Сибирский (11), Дальневосточный (12)
- Оригинатор(ы): ФГБНУ 'ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ' (352193, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, Г. ГУЛЬКЕВИЧИ, УЛ. ТИМИРЯЗЕВА, Д. 2 А)

Скриншот линии СКМС 11348 x 11301 из государственного электронного реестра селекционных достижений Российской Федерации

СКМС 11348 X 11301

[← ВЕРНУТЬСЯ НАЗАД](#)

Общая информация

- Культура: Свекла сахарная (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *saccharifera* Alef.)
- Группа: Технические
- Код сорта: 7652805
- Описание: Включён в Госреестр по Российской Федерации по всем регионам возделывания свёклы сахарной.
Родительский компонент гибрида свёклы сахарной. Листья полупрямостоячие, окраска листовой пластинки зелёная. Форма корнеплода ширококоническая. Окраска черешка светло-зеленая.
- Автор(ы): КАПАК ЮЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА; ЛОГВИНОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ; ЛОГВИНОВ ВИКТОР АЛЕКСЕЕВИЧ; МИЩЕНКО ВЛАДИМИР НИКОЛАЕВИЧ
- Характеристики:
 - Категория: линия

Допуск

- Номер заявки на допуск: 88779
- Заявители: ФГБНУ ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ
- Дата регистрации заявки на допуск: 17 февраля 2023г.
- Год включения в реестр допущенных: 2023
- Регион(ы): Северный (1), Северо-Западный (2), Центральный (3), Волго-Вятский (4), ЦЧО (5), Северо-Кавказский (6), Средневолжский (7), Нижневолжский (8), Уральский (9), Западно-Сибирский (10), Восточно-Сибирский (11), Дальневосточный (12)
- Оригинатор(ы): ФГБНУ ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (352193, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ, Г. ГУЛЬКЕВИЧИ, УЛ. ТИМИРЯЗЕВА, Д. 2 А)