

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

На правах рукописи



Дмитрова Елена Сергеевна

ОЦЕНКА РОДИТЕЛЬСКИХ ФОРМ НА РАЗЛИЧНЫХ  
ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ГИБРИДОВ  
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Специальность 4.1.2 Селекция, семеноводство и биотехнология растений

Диссертация  
на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель  
доктор биологических наук, профессор  
Цаценко Людмила Владимировна

Краснодар – 2026

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	10
1.1 Исторические этапы развития отрасли свекловодства.....	10
1.2 Минеральное питание, взаимодействие генотипа и среды .....	12
1.3 Подходы к анализу исходных генотипов в различных условиях минерального питания.....	16
1.4 Влияние фона минерального питания на проявление гетерозиса сахарной свеклы .....	19
1.5 Листовой аппарат как физиологический маркер адаптивности .....	21
1.6 Аномалии развития сахарной свеклы .....	25
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ .....	35
2.1 Объект и предмет исследования.....	35
2.2 Место и условия проведения исследований .....	38
2.3 Схема проведения опыта.....	40
2.4 Методы учета и проведения анализа .....	45
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	48
3.1 Особенности формирования листового аппарата сахарной свеклы.....	48
3.2 Проявление цветущности сахарной свеклы на фоны минерального питания.....	57
3.3 Технологическое качество корнеплодов сахарной свеклы .....	59
3.4 Минеральный состав корнеплодов сахарной свеклы.....	72
3.5 Влияние условий года и фона минерального питания на густоту и урожайность сахарной свеклы. Корреляционный анализ .....	83
ГЛАВА 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ .....	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	99
РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЕКЦИИ.....	103
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ .....	104
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ .....	105
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	106
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	107
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	138

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Сахарная свекла является стратегически важной культурой для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. В условиях современного свекловодства, ориентированного на интенсивные технологии, ключевым фактором реализации генетического потенциала культуры выступает сбалансированное минеральное питание (Логвинов А.В. и др., 2025). Однако продуктивность гибридных комбинаций не является константой и существенно модулируется взаимодействием генотипа и среды ( $G \times E$ ), где фон минерального питания играет определяющую роль (Васильев А.Н., 2023, Гусев А.А., 2020).

Успех селекции сахарной свеклы напрямую зависит от качества родительских компонентов. Несмотря на обширную изученность вопроса, большинство рекомендаций по удобрению разработано для готовых гибридов, тогда как реакция отечественных родительских форм (МС-линий и опылителей) на варьирующиеся дозы минерального питания в почвенно-климатических условиях Юга России изучена недостаточно (Минакова О.А., 2025, Путилина Л.Н., 2020). Именно дифференциальная реакция родительских форм на агрофон определяет стабильность проявления преимуществ у создаваемых гибридов. Кроме того, в условиях роста цен на агрохимикаты особую значимость приобретает оценка экономической эффективности различных систем удобрения, позволяющая найти баланс между продуктивностью и рентабельностью. Таким образом, комплексная оценка селекционного материала на серии фонов минерального питания является необходимым этапом для создания адаптивных и экономически целесообразных технологий возделывания (Дедов А.В. и др., 2025).

**Состояние разработанности проблемы.** Вопросам повышения эффективности развития сельского хозяйства, реализации генетического потенциала растений и совершенствования селекционного процесса посвящены фундаментальные исследования следующих ученых:

Н. И. Вавилова, 1962; И. Ю. Чернова, 2016; В.И. Башков, 2022; А. Л. Бера, 1967; Д. А. Федосеева, 2023; и многих других.

Вопросам повышения эффективности развития сельскохозяйственного производства в целом и растениеводства, в частности, селекции и семеноводства сахарной свеклы посвящены исследования ученых:

Н. И. Мамсиров, 2016; Л. Н. Путилина и др., 2020; А. У. Атаева, 2021; А. В. Корниенко и др., 2022; О. А. Минакова и др., 2022; В. И. Башков и др., 2022; И. П. Белов, 2024; Р. Е. Юркова и др., 2025 и другие.

Исследованию проблем влияния минерального питания на продуктивность и качество сахарной свеклы, физиологии растений, взаимодействия генотипа и среды ( $G \times E$ ), а также экономики свеклосахарного подкомплекса АПК посвящены работы: Д. Н. Прянишникова, 1934; В. В. Докучаева, 1951; Р. А. Долговой и др., 2014; А. И. Невзорова, 2024; О. А. Столяровой, 2024, а также зарубежных исследователей: М. К. Schenk, 2017; А. Р. Draycott, 2019; С. Kenter, 2020; Z. Abbasi, 2021; R. Bloch, 2022; M. Hassani, 2025 и другие.

Существующие труды, являясь фундаментальной основой исследований данного направления, тем не менее, оставляют за рамками своего рассмотрения вопросы комплексной оценки родительских форм (МС-линий и опылителей) на различных фонах минерального питания в условиях Юга России, а также взаимосвязи между дифференциальной реакцией родительских компонентов на уровне НРК и технологическим качеством создаваемых гибридов  $F_1$ . Недостаточно изучены физиологические маркеры адаптивности родительских форм для раннего прогнозирования стабильности признаков в условиях варьирующего агрофона, а также экономические пороги целесообразности повышения уровня минерального питания для конкретных генотипов в современных рыночных условиях.

Изложенное определило выбор темы настоящего исследования, позволило сформулировать его цель и задачи.

**Цель исследования** – выявить родительские формы сахарной свеклы с положительной реакцией на уровень минерального питания для использования в селекционном процессе при создании гибридов сахарной свеклы.

**Задачи исследования:**

1. Оценить влияние пяти фонов минерального питания (от  $N_0P_0K_0$  до  $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) на продуктивность и всхожесть родительских форм (материнских (МС) и отцовских (Оп) линий) и гибридов сахарной свеклы.

2. Определить степень влияния удобрений на технологические показатели качества сырья (сахаристость, содержание  $\alpha$ -аминного азота, щелочность, потери сахара в мелассе) у родительских компонентов и гибридов сахарной свеклы.

3. Определить физиологические маркеры (состояние листового аппарата, минеральный состав) для ранней оценки адаптивности родительских форм к различным фонам минерального питания.

4. Отобрать перспективные родительские пары, обеспечивающие стабильную передачу хозяйственно-ценных признаков при создании гибридов сахарной свеклы.

**Объект исследования:**

Материнские линии (МС): МС (11348x11301), МС (27038x12126), МС 12169;

Отцовские линии (Оп): Оп 6279, Оп Фа, Оп Мр;

Гибриды первого поколения: Первомайский, Крокус, Луч.

**Предмет исследования** – влияние различных фонов минерального питания на агробиологические и технологические показатели родительских линий и гибридов сахарной свеклы.

**Научная новизна результатов исследований.** Впервые проведена комплексная оценка родительских форм (МС и Оп) и гибридов (Первомайский, Крокус, Луч) сахарной свеклы селекции ФГБНУ «Первомайской Селекционно-опытная станция сахарной свеклы» на пяти фонах минерального питания в условиях Юго-Восточной зоны Краснодарского края. Установлены специфические реакции генотипов на

увеличение доз минеральных удобрений, выявлена взаимосвязь между накоплением мелассообразующих веществ у родительских форм и технологическим качеством гибридов  $F_1$ , а также определены пороги экономической целесообразности повышения уровня минерального питания для каждого гибрида.

**Методология и методы исследований.** Основные полевые и лабораторные исследования проводились в 2022–2025 гг. в ФГБУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы». Теоретической основой работы послужили научные труды отечественных и зарубежных исследователей, посвященные оценке генотип-средового взаимодействия и реакции родительских форм на уровни минерального питания, включая использование физиологических маркеров (в частности, динамики листового аппарата). Методологическую основу составили положения о необходимости многофакторной оценки селекционного материала. В соответствии с принятой методикой полевой опыт был заложен по схеме Б.А. Доспехова в трехкратной повторности. Уровень экономической эффективности определяли путем сравнения расходов и доходов. Примененный методический комплекс включал биометрические замеры, фенологические наблюдения и лабораторные исследования (рефрактометрия, фотоколориметрия, пламенная фотометрия). Статистическую обработку выполняли с помощью дисперсионного анализа в Statistica 13.0.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Сохранность листового аппарата сахарной свеклы к концу вегетации выступает эффективным маркером, обеспечивающим раннюю диагностику фотосинтетической продуктивности и сокращая временные затраты на селекционную работу.

2. Применение высоких доз минеральных удобрений способствует увеличению проявления цветущности растений на селекционных материалах сахарной свеклы, что необходимо учитывать при отборе генотипов для интенсивных технологий возделывания.

3. Эффективность оценки родительских форм на различных фонах минерального питания при создании гибридов с высокой продуктивностью в различных почвенно-климатических условиях.

4. В качестве критерия отбора перспективных комбинаций для скрещивания растений сахарной свеклой предлагается использовать корреляцию между способностью родительских форм накапливать мелассообразующие вещества (K, Na,  $\alpha$ -аминный азот, щелочность) и технологическим качеством корнеплодов.

**Теоретическая значимость результатов исследования.** Развитие методологических подходов к оценке родительских форм сахарной свеклы в условиях варьирующего минерального питания. Расширение научных представлений о генотип-средовом взаимодействии, в частности в демонстрации того, что различная реакция материнских и отцовских линий на уровне минерального питания является определяющим фактором стабильности продуктивности и технологического качества создаваемых гибридов. Теоретическое обоснование прогнозирования эффективности гибридных комбинаций на этапе подбора пар, основанное на выявленной взаимосвязи между способностью родительских компонентов контролировать накопление мелассообразующих веществ и технологическим качеством потомства.

**Практическая значимость результатов проведенного исследования.** Разработаны научно обоснованные критерии оценки и отбора родительских форм сахарной свеклы, адаптированных к различным дозам минерального питания, что позволяет селекционным учреждениям оптимизировать схемы скрещиваний. А сельскохозяйственным предприятиям рационально планировать внесение минеральных удобрений. Внедрение предложенных подходов способствует созданию гибридов сахарной свеклы с предсказуемой реакцией на химизацию, что обеспечивает высокую рентабельность производства за счет сбалансированного соотношения между урожайностью, качеством сырья и экономическими издержками.

**Апробация результатов исследования.** За период экспериментальной работы 2023-2025 гг. был накоплен и детально проанализирован обширный объем данных, включающий материалы как полевых, так и лабораторных исследований. Достоверность и точность полученных результатов подтверждается применением методов статистической обработки данных, которой были подвергнуты все полученные данные.

Результаты данных исследований были представлены на Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых «Вектор современной науки» (Краснодар, 2022), Научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2023 год «Современные векторы развития науки.» (Краснодар, 2024), Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Б. И. Тарасенко и 120-летию со дня рождения профессора А. П. Джулая «Почвенное плодородие - основа устойчивого развития сельскохозяйственного производства» (Краснодар, 2024), Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС «Генетический потенциал сельскохозяйственных растений и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении» (Краснодар, 2024), Всероссийской научно-практической конференции «Развитие, проблемы и перспективы аграрной науки» (Персиановский, 2024), Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию кафедры растениеводства «Инновационные технологии производства продукции растениеводства» (Воронеж, 2024), Научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год (Краснодар, 2025), Международной конференции «Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации» (Пермь, 2025), Международной научно-практической конференции «Региональные аспекты адаптации агропромышленного комплекса к условиям изменяющегося климата» (Махачкала, 2025), Всероссийской научно-практической конференции

«Актуальные проблемы и инновационные решения в развитии агропромышленного комплекса Юга России» (Майкоп, 2025).

### **Публикации.**

Основные результаты и положения диссертационной работы представлены в 20 научных статьях, в том числе 7 статей в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ, получен 1 патент на полезное изобретение, создан каталог образов тератных форм у сахарной свеклы.

### **Личный вклад**

Автор принимал непосредственное участие в подготовке и проведении лабораторных и полевых исследований и наблюдений, обобщении и анализе полученных в ходе эксперимента данных, проведении математического и теоретического обоснования полученных результатов; подготовке и написании разделов диссертации. Автор благодарит научного руководителя, доктора биологических наук, профессора кафедры генетики, селекции и семеноводства Л. В. Цаценко за неоценимую помощь, советы и вклад в подготовку научных публикаций, написание и оформление текста диссертации.

**Структура и объем работы.** Диссертационная работа изложена на 170 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, обзора литературы, предложений для селекции и производства, и приложения. Работа содержит 23 таблицу, 28 рисунков, приложение содержит – 27 таблиц и 16 рисунков. Список литературы включает 204 источников, в том числе 26 иностранных авторов.

## ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Современное свекловодство все больше ориентируется на интенсивные технологии, предполагающие дифференцированное применение минеральных удобрений в зависимости от почвенных условий, погодных факторов и генетического потенциала культуры [91, 117]. Анализ экономической эффективности таких технологий подтверждает их целесообразность даже при росте цен на минеральные удобрения [15]. В этих условиях недостаточно оценивать родительские формы сахарной свеклы лишь по их средней продуктивности или комбинационной способности в стандартных условиях. Важно понимать, как они реагируют на изменение уровня азотного, фосфорного и калийного питания, поскольку именно эта реакция определяет стабильность и эффективность гетерозиса у создаваемых гибридов [23, 35, 137].

Актуальность такой оценки обусловлена тем, что гетерозис не является константой: его проявление может усиливаться, ослабевать или даже менять направленность (в пользу урожайности или качества) в зависимости от фона минерального питания [36]. Без учета этого взаимодействия селекционер рискует рекомендовать гибриды, которые демонстрируют высокие результаты лишь в узком диапазоне условий, теряя конкурентоспособность в реальных агроландшафтах [64, 118].

Цель настоящего обзора - проанализировать, как минеральное питание влияет на проявление гетерозиса через дифференциальную реакцию родительских форм на фоны NPK, и показать, почему многофакторная оценка в условиях варьирующего агрофона является необходимым этапом современной селекции сахарной свеклы [20, 40].

### 1.1 Исторические этапы развития отрасли свекловодства

В истории мировой агрономии немногие культуры претерпели столь стремительную и глубокую трансформацию, как сахарная свекла (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*) - двулетнее растение с мощным корнеплодом, ныне

доминирующее в производстве сахара в регионах умеренного климата. Ее путь от скромного огородного растения до стратегически важного элемента продовольственной безопасности занял менее трех столетий и стал возможен благодаря синергии фундаментальной науки, прикладной селекции и агротехнических инноваций [58, 128, 145].

История сахарной свеклы как промышленной культуры начинается с работ немецкого химика Андреаса Сигизмунда Марггграфа, который в 1747 году впервые выделил кристаллический сахар из корнеплодов мангольда, зафиксировав его содержание на уровне 1,3% [81]. Хотя его интерес был чисто научным, ученик Марггграфа Франц Карл Ашар развил идею практического применения: в 1801 году он основал первую в мире свеклосахарную фабрику в Нижней Силезии, положив начало новой отрасли - свекловодству [3, 25, 66].

Развитие отрасли в XXI веке продолжает опираться на интеграцию селекции и агротехнологий, что обеспечивает устойчивый рост производства [2, 87, 132]. Первые сорта были крайне несовершенны: мелкие корнеплоды (200-300 г), низкая сахаристость (8-12%) и многосемянные семенные клубочки затрудняли механизацию. Однако уже к середине XIX века в Германии, Франции и России начались систематические селекционные работы. Во второй половине XIX - начале XX века ученые, включая А.Л. Бера [10], Н.И. Вавилова [19] и В.И. Эдельштейна, заложили основы генетико-селекционной работы и вывели первые односемянные формы.

Решающий прорыв произошел в середине XX века с внедрением гетерозиса – явления превосходства гибридов первого поколения ( $F_1$ ) над родителями по урожайности, сахаристости и устойчивости [23, 32]. Первые коммерческие гетерозисные гибриды появились в 1930-х годах в Германии и США, а к 1950-м годам полностью вытеснили чистосортные популяции. Основой технологии стало открытие цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и разработка системы трехкомпонентных гибридов (ЦМС-линия x восстановитель фертильности x опылитель), позволившей получать односемянные диплоидные гибриды с высокой и стабильной

продуктивностью - стандарт, определивший облик современного свекловодства [66, 98, 103, 125, 141].

Подтверждение эффективности современной модели селекции, основанной на оценке родительских форм в условиях варьирующего агрофона, учете генотип-средового взаимодействия (GxE), балансе между урожайностью, сахаристостью и технологическими показателями [35, 72, 83, 142, 154, 196].

Именно понимание генотип-средового взаимодействия (GxE), как ключевого фактора вариабельности признаков сделало целенаправленную оценку родительских форм на разных фонах минерального питания необходимой частью селекционного процесса [72, 83, 84, 196].

## **1.2 Минеральное питание, взаимодействие генотипа и среды**

Изучение влияния минерального питания на продуктивность и качество корнеплодов сахарной свеклы имеет более чем 150-летнюю историю. На протяжении этого времени подходы к исследованию эволюционировали от простых полевых опытов с однократным внесением удобрений до комплексных многолетних программ, учитывающих генотипические особенности, климатические колебания и технологические требования переработки [110, 111, 123, 124, 159]. Этот путь отражает не только развитие агрономической науки, но и изменение целей сельскохозяйственного производства - от максимизации урожайности к достижению баланса между продуктивностью, качеством сырья и экологической устойчивостью [103, 113, 128].

**Ранние работы:** закладка основ научного подхода начались с систематических исследований по влиянию минеральных удобрений на сахарную свеклу в конце XIX – начале XX вв. [160]. Практическое применение органических удобрений (навоза) и золы в земледелии существовало веками, именно в это время появились первые полевые опыты с чистыми химическими соединениями [111].

Одним из первых, кто начал изучать действие минеральных удобрений на сахарную свеклу, был Дмитрий Николаевич Прянишников (1865-1948) – выдающийся русский агрохимик, академик, ученик Д.И. Менделеева. В своих работах, опубликованных в 1890-1910-х годах, он впервые показал, что азот стимулирует рост листовой массы, но при избытке снижает содержание сахара, фосфор способствует раннему развитию корневой системы и ускоряет формирование корнеплода [17], калий повышает устойчивость растений к засухе и заморозкам, но может ухудшать технологическое качество сока [123, 124].

Д.Н. Прянишников ввел понятие «оптимального фона», подчеркнув, что максимальная урожайность не всегда совпадает с максимальной сахаристостью [123, 124]. Он также одним из первых отметил, что соотношение N:P:K важнее, чем абсолютные дозы.

Параллельно с Д.Н. Прянишниковым, в Германии и Франции велись аналогичные исследования. Например, Густав фон Коббель (Gustav von Kobbelt, 1870-е гг.) и Анри Бессель (Henri Bessell, 1880-е гг.) проводили опыты с калийными удобрениями на свекловичных плантациях Силезии и Нормандии, подтверждая их положительное влияние на устойчивость к болезням и морозам [12, 16, 99, 201].

В России так же значительный вклад внесли такие ученые как:

Василий Васильевич Докучаев – хотя его основной вклад относится к почвоведению, он обосновал необходимость учета почвенного типа при назначении удобрений [52];

Михаил Федорович Лукомец – агроном-практик, который в 1910-1920-х годах разработал рекомендации по дифференцированному внесению удобрений в зависимости от предшественника и механического состава почвы. Позднее было показано, что учет предшественников также в значительной мере влияет на эффективность удобрений под сахарную свеклу [8, 48, 143, 158].

Положительные стороны ранних исследований заключались в том, что впервые были установлены причинно-следственные связи между элементами питания и физиологическими процессами в растении, разработаны принципы сбалансированного питания, а также показана необходимость учета качества сырья, а не только урожайности [120, 172].

К ограничениям и недостаткам ранних исследований следует отнести отсутствие статистической обработки данных, проведение опытов преимущественно в однолетнем режиме без учета межгодовой изменчивости, а также игнорирование генотипических различий – все сорта рассматривались как единый объект. Кроме того, технологические качества корнеплодов сахарной свеклы ( $\alpha$ -аминный азот, щелочность, натрий) не измерялись ввиду того, что методики их анализа на тот момент еще не были разработаны [49, 56, 57, 107].

В советский период (1930-1980-е гг.) были разработаны рекомендации к внесению следующих норм удобрений:  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Эта норма считалась «золотой серединой» она обеспечивала – урожайность 30-40 т/га, сахаристость 15-17%, приемлемый уровень технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы [78, 103].

Однако уже тогда отмечалось, что на черноземах с высоким содержанием калия можно было снизить дозу  $K_2O$ , а на песчаных почвах - увеличить  $P_2O_5$  [82, 96, 104].

### **Взаимодействие генотипа и среды (GxE)**

Взаимодействие генотипа и среды (GxE) означает, что разные генотипы по-разному реагируют на изменения внешних условий - в том числе на дозы азота (N), фосфора (P) и калия (K). В контексте сахарной свеклы это особенно важно, поскольку урожайность и технологическое качество сырья сильно зависят от агрофона, но не все гибриды или родительские формы одинаково эффективно используют повышенное питание [13, 20, 24, 27].

Исследования показывают, что стабильность (способность давать предсказуемый результат в разных условиях) и пластичность (способность максимально использовать благоприятные условия) – часто противоположные свойства. Гибриды с высокой пластичностью могут давать рекордные урожаи на богатых почвах, но проваливаться в стрессовых условиях. Стабильные же формы обеспечивают «надежный» средний результат, но редко демонстрируют пиковые значения [28, 37, 185, 199].

Родительские формы - особенно ЦМС-линии (материнские) и линии-восстановители (отцовские) - оцениваются не только по комбинационной способности, но и по реакции на уровень минерального питания. Современные работы подтверждают, что ЦМС-линии часто более чувствительны к дефициту калия и бора, что может приводить к снижению жизнеспособности пыльцы у F<sub>1</sub>-гибридов даже при наличии восстановителя [1, 26, 90, 98]. Линии-восстановители чаще демонстрируют высокую пластичность по урожайности, но иногда склонны к накоплению α-аминного азота при избытке азота [50, 51, 95]. Например, в опытах KWS Saat SE (Германия, 2018-2022) показано, что линия KWS R154 (восстановитель) на фоне N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> увеличивала урожайность на 28%, но содержание α-АА превышало 4,0 ммоль/100 г, тогда как линия KWS M89 (ЦМС) сохраняла низкий α-АА (<2,2), но почти не реагировала на удобрения [180, 197].

Примеры исследований, оценивавших стабильность и пластичность корнеплодов сахарной свеклы представлены в исследованиях Loel (2019, Estonia) – в трехлетнем опыте на 5 фонах NPK (от 0 до N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>) оценивали 12 родительских линий. Выявили, что линии с низкой вариабельностью по сахаристости (стабильные) имели более короткий вегетационный период и меньшую зависимость от азота. В то же время пластичные линии давали +35% урожайности на высоком фоне, но теряли качество при дефиците K [180, 185]. Hoffmann & Kenter (2021, Germany) – использовали метод АММИ (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction) для анализа GxE. Показали, что восстановители с аллелем VvbHLH

демонстрируют высокую стабильность по содержанию калия, тогда как ЦМС-линии с мутацией в гене *BvCMR1* склонны к избыточному накоплению натрия на засоленных почвах [179, 190]. Malagoli et al. (2020, France) – показали, что реакция на азот у разных линий коррелирует с экспрессией генов *NRT2.1* (транспорт нитратов) и *ASN1* (ассимиляция азота). Повышенный уровень экспрессии гена *ASN1* способствовал более эффективной утилизации избыточного азота с направлением его в аминокислотный синтез, при этом концентрация  $\alpha$ -АА оставалась без изменений [186]. Между различными линиями наблюдаются существенные различия в том, каким образом генетические механизмы регулируют адаптацию растений к условиям нехватки фосфора [62, 182].

Пластичность урожайности – ключевое преимущество восстановителей фертильности, тогда как ЦМС-линии ценятся прежде всего за стабильное качество продукции. Именно поэтому при конструировании гибридных комбинаций наиболее перспективным считается сочетание отцовского компонента с высокой адаптивностью к условиям выращивания и материнской формы с предсказуемыми качественными показателями. Научные данные последних лет убедительно демонстрируют, что отцовские и материнские формы сахарной свеклы неодинаково отзываются на различные режимы *NPK*-питания. Подобная стратегия селекции открывает возможность создавать гибриды, способные реализовывать высокий продуктивный потенциал в интенсивных агротехнологиях, не утрачивая при этом стабильности и надежности [35, 50, 95, 142, 154].

### **1.3 Подходы к анализу исходных генотипов в различных условиях минерального питания**

Технологические качества и собственная продуктивность родительских форм, наряду с их комбинационной способностью, служат важными критериями оценки в агрономии и современной селекции – причем данная оценка проводится с учетом разнообразных условий окружающей среды [34, 44, 47, 161]. Это

особенно важно при создании гибридов для интенсивных технологий, где требуется предсказуемость реакции на удобрения [21, 31, 38, 41, 54].

Параметры, представленные в таблице 1, считаются обязательными при испытаниях родительских форм сахарной свеклы [45, 63, 104, 161].

Таблица 1 – Параметры оценки родительских форм

Показатель	Единица измерения	Значение в оценке
Урожайность корнеплодов	т/га	Основной показатель продуктивности; оценивается как абсолютная величина и как реакция на фон удобрений.
Сахаристость	%	Ключевой параметр качества; определяет потенциальный выход сахара.
LAI (Leaf Area Index)	безразмерный	Индекс листовой поверхности; отражает фотосинтетический потенциал. Часто измеряется в августе-сентябре.
$\alpha$ -Аминный азот ( $\alpha$ -АА)	ммоль/100 г	Главный показатель технологического качества: чем выше, тем больше потерь сахара в мелассе. Допустимый уровень - < 2,5 ммоль/100 г.
Щелочность сока	мг-экв/100 г	Характеризует содержание щелочных катионов ( $K^+$ , $Na^+$ ); оптимально < 2,0 мг-экв/100 г.
Содержание калия ( $K^+$ ) и натрия ( $Na^+$ )	ммоль/100 г	Влияют на щелочность и вязкость мелассы; высокие значения снижают перерабатываемость.
Густота стояния	тыс. шт./га	Отражает полевую всхожесть и выживаемость; важна для оценки устойчивости ЦМС-линий.
Цветущность	%	Наличие даже незначительного числа цветущих растений – порядка 3–5% – существенно ухудшает качество семенного материала

Дополнительно можно учитывать продолжительность функционирования листового аппарата (количество листьев), устойчивость к болезням, особенно в условиях повышенной влажности [4, 5, 53, 59, 73, 92, 100, 101, 130, 151].

В таблице 2 представлена классификация уровней макроэлементов, которая используется в актуальных полевых исследованиях России, Европы и США (показатели действующего вещества на гектар) [18, 69, 77, 92, 137, 153, 180, 199].

Таблица 2 – Классификация фонов минерального питания

Тип фона	Доза макроэлементов	Характеристика
Низкий (контроль или минимальный)	$N_0P_0K_0 - N_{30}P_{30}K_{30}$	Метод позволяет определить устойчивость генотипов к стрессу и природное плодородие почвы. Часто применяется как «фон выживаемости».
Оптимальный (стандартный интенсивный)	$N_{60}P_{60}K_{60} - N_{90}P_{90}K_{90}$	Считается наиболее сбалансированным: обеспечивает высокую урожайность при сохранении хорошего технологического качества. Широко используется в рекомендательных системах.
Высокий (максимальный, стрессовый)	$N_{120}P_{120}K_{120}$ и выше	Применяется для тестирования пластичности, устойчивости к избытку азота и способности контролировать накопление $\alpha$ -АА, $K^+$ , $Na^+$ . Может вызывать технологический дисбаланс у чувствительных форм.

При создании гибридов сахарной свеклы, ориентированных на интенсивные агротехнологии, ключевым фактором экономической эффективности выступает оптимальное соотношение урожайности корнеплодов и их пригодности к переработке [68, 70, 93, 138]. Именно поэтому всестороннее изучение родительских форм, охватывающее адаптивный потенциал, показатели технологического качества и продуктивность, приобретает первостепенное значение [39, 42, 49]. Объективное сопоставление генотипов и прогнозирование их отклика на различные агротехнологические условия становится возможным благодаря применению различных фонов минерального питания – от пониженного до повышенного уровня минерального питания, включая оптимальный [61, 65].

## 1.4 Влияние фона минерального питания на проявление гетерозиса сахарной свеклы

Гетерозис (гибридная мощьность) – это превосходство гибрида первого поколения ( $F_1$ ) над средним значением родительских форм или над лучшим из родителей по таким признакам, как урожайность, сахаристость, устойчивость к стрессам [74, 75, 167]. Однако его проявление не является абсолютным: оно зависит от взаимодействия генотипа с внешней средой (GxE), и минеральное питание – один из ключевых факторов этого взаимодействия [23, 35, 36]. Многочисленные полевые опыты показывают, что на низких фонах удобрений ( $N_0-N_{30}P_{30}K_{30}$ ) гетерозис по урожайности часто слабо выражен или отсутствует. В условиях дефицита питательных веществ, как родительские формы, так и гибриды испытывают стресс, что ограничивает реализацию генетического потенциала гибридов. В таких условиях преимущество гетерозиса может проявляться только в виде повышенной устойчивости, но не в продуктивности растений сахарной свеклы [79, 80, 133].

На оптимальных фонах ( $N_{60}P_{60}K_{60}-N_{90}P_{90}K_{90}$ ) наблюдается максимальное проявление гетерозиса как по урожайности корнеплодов (часто +25-40% к среднему значению родителей), так и по содержанию сахарозы (+0,8-1,5%). Именно на этом уровне питания гибриды наиболее эффективно используют свои физиологические преимущества: более развитую корневую систему, высокую фотосинтетическую активность и сбалансированный обмен веществ [85, 86, 94, 105].

На высоких фонах ( $N_{120}P_{120}K_{120}$  и выше) гетерозис по биомассе может сохраняться или даже усиливаться, однако часто снижается по технологическим параметрам качества [109, 119, 121]. Гибриды, как и чистые линии, начинают накапливать избыточное количество  $\alpha$ -аминного азота, калия и натрия, что ухудшает перерабатываемость сырья. Таким образом, гетерозис смещается в сторону количества, но не качества [127, 148, 196].

Научные подтверждения зависимости гетерозиса от фона питания исследовали: Loel (2019) в трехлетних опытах в Эстонии показали, что гетерозис по выходу сахара (произведение урожайности на сахаристость) достигал максимума на фоне  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , а при переходе к  $N_{120}P_{120}K_{120}$  снижался из-за роста содержания  $\alpha$ -аминного азота, несмотря на увеличение урожайности [180, 185]. Hoffmann & Kenter (2021) в Германии установили, что гибриды, полученные от восстановителей с высокой пластичностью, демонстрируют усиленный гетерозис на высоких фонах, тогда как гибриды на основе стабильных ЦМС-линий проявляют умеренный, но равномерный гетерозис на всех уровнях питания [179, 190, 204]. Malagoli (2020) во Франции выявили, что у гибридов  $F_1$  гены, связанные с ассимиляцией азота (ASN1, NIR), экспрессируются более эффективно, чем у родительских линий, но только при достаточном уровне азота в почве. Это объясняет, почему гетерозис по урожайности «включается» именно при  $N \geq 60$  кг/га [186, 189]. А исследования в США (USDA, 2018-2022) также подтвердили, что соотношение К:N в почве критически влияет на качество гетерозиса: при  $K:N > 1$  гетерозис по сахаристости стабильно выше, чем при  $K:N < 0,7$ , даже при одинаковой урожайности [199, 202].

Эффективность использования азота у современных гибридов также зависит от формы его внесения и времени подкормки [108, 150]. Считается, что минеральное питание модулирует гетерозис через более эффективное использование азота для синтеза хлорофилла и ферментов у гибридов [102, 139], улучшенное распределение ассимилятов между листьями и корнеплодом [140, 165, 188], повышенную устойчивость к осмотическому стрессу за счет лучшей регуляции ионного баланса [7, 9, 183, 193].

Однако при избытке азота эти преимущества могут быть направлены на избыточный рост листовой массы в ущерб накоплению сахарозы, что снижает технологическую ценность урожая.

Таким образом, фон минерального питания напрямую определяет степень и характер проявления гетерозиса у сахарной свеклы. Наиболее

сбалансированный и экономически выгодный гетерозис наблюдается на оптимальных фонах (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>–N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>), где достигается компромисс между продуктивностью и качеством. Это подчеркивает необходимость оценки гибридов не на одном, а на нескольких уровнях питания, чтобы выявить не просто высокоурожайные, а адаптивные и технологически ценные комбинации [15, 35, 137, 180, 199].

### 1.5 Листовой аппарат как физиологический маркер адаптивности

Листовой аппарат сахарной свеклы играет центральную роль в формировании урожая и качества корнеплодов. Именно через листья осуществляется основной объем фотосинтеза, обеспечивающий накопление сухого вещества и, в первую очередь, сахарозы в корнеплоде [4, 5, 73, 130, 168]. Поэтому изучение количества, продолжительности функционирования и физиологического состояния листьев имеет первостепенное значение как в фундаментальных, так и в прикладных исследованиях.

Первые систематические наблюдения за развитием листовой розетки сахарной свеклы были проведены в СССР в середине XX века. Особенно значимый вклад внесли:

Х. Байдич	установил, что 1 дм <sup>2</sup> листовой поверхности при оптимальном освещении накапливает около 12 мг сахара в час. Его работы легли в основу современных представлений о связи между листовой массой и выходом сахара [5]
А.И. Кулаженко и В.И. Шевченко	в 1970-1990-х годах разработали методики учета листьев по фазам вегетации. Показано, что сохранение листового аппарата до конца сентября – один из ключевых признаков фотосинтетической устойчивости [73]
М.Ф. Лукомец и Н.И. Вавилов	заложили основы фенологического анализа развития листовой розетки, связав ее с генотипическими особенностями сортов [14, 19, 72, 129].
В Европе аналогичные исследования велись в Германии (KWS Saat SE), Франции (SES Vanderhave) и Польше (IHAR) [175, 194, 197]	с 1980-х годов начали использовать автоматизированные методы учета листовой площади (LAI - Leaf Area Index) [4, 63] и спектральные индексы (NDVI) для оценки фотосинтетического потенциала [6, 7]

В полевых условиях количество листьев на растение определяют визуальным подсчетом в фиксированные фенологические фазы:

Июль – начало активного роста листовой розетки;

Август – пик развития (фаза смыкания рядков);

Сентябрь – начало старения нижних листьев, но сохранение верхних.

Обычно учитывают все полностью развившиеся листья с черешком длиной  $\geq 5$  см. Учет проводится на 10-20 растениях с делянки, данные усредняются.

Общее количество листьев за вегетационный период является важным показателем связанным с продуктивностью сахарной свеклы. За весь вегетационный период (150-180 дней) одно растение сахарной свеклы, в условиях интенсивных технологий [116], при высоком фоне минерального питания, оптимальной влагообеспеченности и использовании современных гетерозисных гибридов, общее количество листьев, последовательно развившихся на одном растении за вегетацию, может достигать 150-270 листьев (рисунок 1) [56, 130].

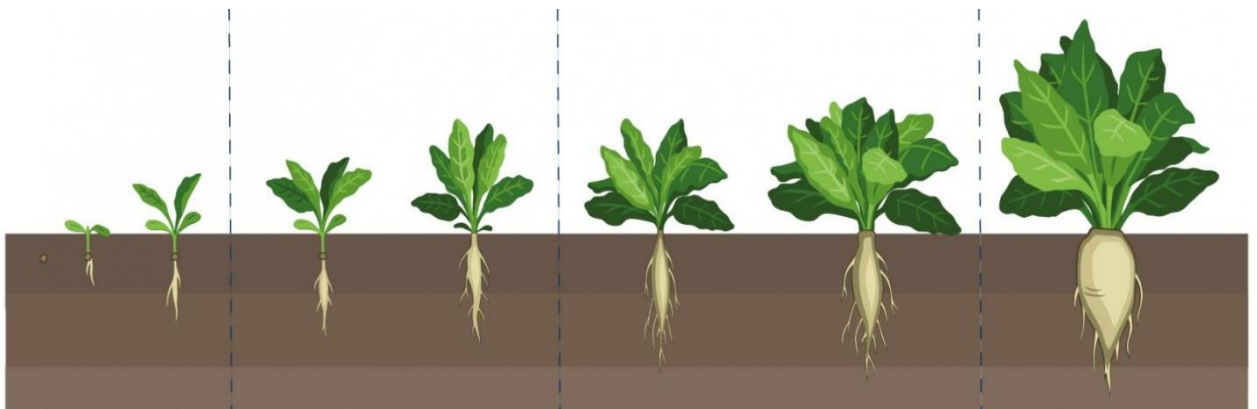


Рисунок 1 – Процесс листообразования у сахарной свеклы.

Однако не все они функционируют одновременно. Процесс идет по принципу последовательного обновления: новые листья образуются в центре розетки, тогда как старые (нижние) постепенно отмирают.

Динамика образования листового аппарата – июнь: 10-15 листьев, июль: 15-25 листьев, август: 25-35 листьев - максимум (оптимальный

уровень), сентябрь: 20-30 листьев (нижние 5-10 уже отмерли), октябрь: 15-25 листьев (только верхние, наиболее продуктивные).

Продолжительность жизни одного листа составляет 45-60 дней [106]. Процесс отмирания листьев происходит неравномерно и зависит от времени их формирования на растении. Нижние листья, появившиеся в июне, отмирают уже в августе, тогда как верхние, сформированные в августе-сентябре, функционируют вплоть до уборки урожая (рисунок – 2). Такая ярусность в продолжительности жизни листьев обеспечивает непрерывность фотосинтетической деятельности растения на всех этапах его развития.



Рисунок 2 – Усыхание листового аппарата сахарной свеклы

Отмирание листьев приводит к тому, что наступает период, когда обозначается видимость рядков. Этот момент у свеклы отмечают как фазу размыкания листьев (рядков).

Однако размыкание рядков бывает не в каждом году; в условиях достаточного увлажнения это явление может и не наступить: отмирание листьев идет, но живые листья растут и появляются более интенсивно.

### **Зависимость урожайности и качества от листового аппарата.**

Листовой аппарат сахарной свеклы играет центральную роль в формировании как количественных, так и качественных показателей урожая. Будучи основным органом фотосинтеза, он определяет объем поступления ассимилятов, необходимых для роста корнеплода и накопления в нем сахарозы. Поэтому состояние листовой розетки и ее мощность, продолжительность функционирования, физиологическая активность и устойчивость к стрессам - напрямую влияет на конечную продуктивность культуры. Эта зависимость особенно выражена во второй половине вегетации, когда происходит интенсивное перераспределение пластических веществ из листьев в корнеплод. Многочисленные исследования подтверждают прямую корреляцию между состоянием листового аппарата и продуктивностью:

1. При недостатке азота листья теряют интенсивность окраски, желтеют, фотосинтез снижается, что ведет к падению сахаристости на 1-3% [139, 169].
2. При недостатке света (загущение, сорняки, облачность) снижается не только урожайность, но и концентрация сахарозы, особенно во второй половине вегетации [4, 73].
3. Сохранение  $\geq 20$  листьев в сентябре считается признаком высокой фотосинтетической устойчивости и коррелирует с повышенной сахаристостью (на 0,5-1,5%) и урожайностью (на 5-10 т/га) [50, 130, 168].

Применение микроэлементных удобрений способствует увеличению LAI (увеличению площади листовой поверхности) и замедляет старение листьев [55, 63, 138, 139, 164]. Особенно важна продолжительность функционирования верхних листьев, так как именно в сентябре-октябре происходит интенсивное перераспределение ассимилятов из листьев в корнеплод [4, 73, 130].

Таким образом, листовой аппарат сахарной свеклы - это не просто вегетативная структура, а динамическая система, определяющая энергетический баланс растения. Его изучение, начатое еще в середине XX

века, сегодня приобретает новое значение в условиях интенсивного земледелия, где требуется не просто высокая урожайность, а устойчивая продуктивность при минимальных потерях сахара [63, 73, 130, 168, 170].

### **1.6 Аномалии развития сахарной свеклы**

Изучению вопроса об аномалиях развития у растений, в частности фасциации, посвящено достаточное количество работ [22, 157, 173, 181, 187, 191, 192, 195, 198]. Однако на сегодняшний день пересматриваются базовые определения этого явления, появляется новая информация о видах, у которых наблюдали явление фасциации, расширяется спектр применения новых знаний о данном явлении в генетике онтогенеза, селекционной практике и общих вопросах морфогенеза растений. Фасциацию рассматривают как морфологическое изменение органов с расширением апикальной меристемы побега, уплощение стебля и изменение расположения листьев [194, 200, 203]. Фасциация происходит от латинского *fascis*, что означает пучок. Фасциация - широко распространенное явление у растений и возросший интерес к aberrantным формам растений в течении XIX века положило основы формирования науки тератологии [157, 181, 198].

Многие авторы описывают фасциацию как разрастание или сращивание органов, вызванное отклонением от нормального меристематического процесса и скученность бутонов, в то время как другие авторы считают, что настоящие фасции - это переход одного превращения точки развития в линию [181, 191, 192, 195, 198].

Образование уплощенного органа или части растения, чаще всего обычно стебель или соцветие, является характеристикой фасциации. Выделяют три типа фасциации (рисунок 3).



Рисунок 3 – Типы фасциаций

Различные трактовки термина фасциация (рисунок 4) отражают степень понимания данного явления. Muqdad A, Salman Dalas I. выделяют фасциацию физиологическую и генетическую [191, 195].



Рисунок 4 – Различные синонимы термина «фасциация»

Показано, что множество природных и техногенных явлений могут порождать физиологическую фасциацию [157, 181, 191, 192]. Природные факторы окружающей среды включают нападение насекомых, механическое давление и/или растяжение во время роста некоторых видов сельскохозяйственных растений, время посева (например - более ранний посев, чем обычно); густота стояния растений, колебания температуры могут способствовать появлению большего процента фасцированных растительных организмов (рисунок 5) [197].



Рисунок 5 – Фасциация сахарной свеклы

Фасциация может быть вызвана прививками, подрезками растений, дефолиацией, повреждением молодых стеблей. Кроме того, фасциация чаще возникает из-за повышения норм минерального питания, высоких доз органических удобрений [173]. Растения с индетерминантными соцветиями дают много фасций при условии недостаточной влаги, даже засухи до цветения, а затем подвергнутые обильному поливу и внесению удобрений.

Фасциация стеблей и соцветий может быть вызваны ионизирующим излучением и химическими агентами. Также отмечали случаи, что регуляторы роста определенного типа вызывают кольцевую фасциацию и другие аномалии развития. Увеличение или уменьшение фотопериода также может вызывать фасциацию [181, 191, 192, 195, 198].

На сегодняшний день установлено, что фасциация помимо генетических факторов (регуляция генов), может быть вызвана искусственно. Применение дефолиации, обрезки, ранние весенние заморозки, повреждение точки роста. Фасциация чаще может возникать в результате улучшенного питания, включая высокие дозы органических удобрений (например, навоза). Установлено, что из-за высокого уровня контроля над растительным материалом и условий роста, которые *in vitro* вызывали фасциацию дают растения, они могут быть полезными моделями для изучения причины возникновения фасциации [22, 166, 181].

Генетические нарушения. На листьях сахарной свеклы можно обнаружить пятна разного цвета: белого, желтого, или бело-зеленого. Иногда эта пятнистость похожа на белую кожуру натянутую на внутренние части листа. Этот феномен известен как «химера» или альбикация и встречается как на свекле так и ее семенниках. Альбикация характеризуется появлением на листьях молочно-белых участков, нередко охватывающих всю пластинку (рисунок – 6).



Рисунок 6 – Альбикация сахарной свеклы

В клетках пораженных тканей отсутствуют хлорофилл и другие пигменты [22]. На свекле второго года заболевание может проявляться на стеблях, прицветниках и околоцветниках. Явление альбикации может также передаваться потомству. Это генетическая аномалия. Так как она встречается крайне редко, то не представляет экономического значения (рисунок 7) [22, 155].

Наряду с генетическими причинами, аномалии могут быть спровоцированы пестицидами или гербицидами при нарушении режима обработки [29, 115, 146].



Рисунок 7 – Альбикиция сахарной свеклы.

Явление альбикиции – наследственное свойство некоторых биотипов сахарной свеклы. Единичные альбицированные растения встречаются во всех районах свеклосеяния [22].

Стоит отметить, что при обычных условиях культуры в развитии свеклы имеют место крайне нежелательные отклонения от двулетнего цикла развития (цветушность и упрямество).

Сахарная свекла – растение длинного дня, с длинной стадией яровизации и короткой световой [75, 134, 135].

Цветушные растения развиваются по типу однолетних - в первый год жизни они образуют цветоносные побеги, цветут и могут дать семена [33, 46, 158, 171].

В России цветущность проявляется в сотых процентах, но в отдельные годы достигает 2-3 и даже 10%. Цветущные растения характеризуются большей

деревянистостью корнеплода, что затрудняет переработку свеклы на заводе усложняет получение нормальной стружки и увеличивает потери сахара [46].

Цветушные корнеплоды хуже хранятся. Цветушность вызывается холодной погодой весеннего периода, ранними сроками сева, увеличенной площадью питания растений, избыточным питанием.

«Упрямы» - растения, которые на втором году жизни развиваются так же, как и в первый год, т.е. не образуют цветоносных побегов [71, 158].

Основные причины появления упрямов следующие: ранняя уборка маточной свеклы, подвяливание корнеплодов осенью и весной, хранение маточных корнеплодов при повышенной температуре, поздняя посадка корнеплодов, резкое повышение температуры весенне-летнего периода.

Для предотвращения появления упрямов целесообразно применять комплекс агротехнических приемов, направленных на устранение причин, провоцирующих их формирование. К таким мерам относятся – соблюдение оптимальных сроков уборки, корнеплоды не должны быть подвявшими, обеспечение режима хранения семенного материала при температуре 0–3 °С, а также высадка корнеплодов в оптимальные сроки [112, 122, 144].

Для регистрации и изучения аномальных форм разработан специальный контейнер, защищенный патентом РФ [114]. Так же разработан каталог образов тератных форм у сахарной свеклы [136].

**Заключение.** Современное положение России как мирового лидера по производству свекловичного сахара (6,8-7,0 млн т в 2025 году) стало возможным не только за счет расширения посевных площадей (1,18 млн га), но прежде всего благодаря глубокой интеграции селекционного прогресса и интенсивных агротехнологий [11, 60, 131]. Этот успех имеет фундаментальное значение как для отечественной аграрной науки, так и для практического растениеводства.

Во-первых, за последние два десятилетия российским ученым удалось совершить то, что прежде считалось практически невозможным – новые гибриды F<sub>1</sub> демонстрируют среднюю сахаристость на уровне 18,2%, тогда

как еще двадцать лет назад подобные показатели оставались недостижимыми. Планомерная и целеустремленная работа селекционеров на протяжении нескольких десятилетий принесла очевидные плоды – широкое распространение этих гибридов по всей стране наглядно подтверждает, что задача одновременного улучшения урожайности и технологических качеств сахарной свеклы была успешно решена. [51, 88, 147, 149].

Во-вторых, максимальная урожайность – 69,4 ц/га в среднем по России, а в некоторых регионах – 80 ц/га, демонстрирует высокую адаптивность современных гибридов к разнообразным почвенно-климатическим условиям – от засушливых южных степей до влажного Центрального Черноземья. Это говорит о том, что селекция сахарной свеклы, в настоящее время, ориентирована не только на максимальный потенциал продуктивности, но и на технологические качества корнеплодов, позволяющие сохранять стабильность даже при климатических стрессах [60, 87, 97, 131].

В-третьих, только высококачественное сырье, отвечающее всем технологическим стандартам, открывает возможность для достижения показателей извлечения сахара на уровне 93–95%. Это подчеркивает необходимость тесной кооперации между селекцией, семеноводством, агропроизводителями и переработчиками - без согласованности этих звеньев даже самые лучшие гибриды не смогли бы реализовать свой потенциал [30, 126, 162, 163].

Наконец, рост экспортного потенциала (300-350 тыс. т сахара в 2025 году) говорит о том, что российская продукция конкурентоспособна не только внутри страны, но и на международных рынках [89, 152, 156]. Это невозможно без устойчивого качества, которое, обеспечивается именно селекцией, а именно созданием гибридов с предсказуемым поведением в разных агроландшафтах и на различных фонах минерального питания.

Таким образом, достижения 2025 года - это не просто количественный результат, а подтверждение эффективности современной модели селекции, основанной на оценке родительских форм в условиях варьирующего

агрофона [40, 47, 161], учете взаимодействия генотипа и среды (G×E) [72, 83, 84, 196] и балансе между урожайностью, сахаристостью и технологическими показателями [45, 50, 51, 107, 138, 154, 174].

Для будущего развития отрасли критически важно продолжать дифференцированную оценку гибридов и родительских линий на фоне различных доз минеральных и органических удобрений [15, 25, 137], поскольку именно это позволяет создавать гибриды, способные обеспечивать устойчивую, рентабельную и экологически ответственную продукцию в условиях меняющегося климата и растущих требований к качеству [175].

### **Вывод.**

Анализ современного состояния исследований в области селекции сахарной свеклы позволяет сказать, что теоретические основы влияния минерального питания на проявление гетерозиса достаточно хорошо разработаны. Установлено, что гетерозис не является константой, а модулируется через взаимодействие генотипа и среды (G×E), причем фон минерального питания выступает одним из ключевых факторов этого взаимодействия. Наиболее сбалансированное проявление гетерозиса отмечается на оптимальных фонах  $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$ , тогда как на высоких фонах наблюдается смещение преимуществ в сторону биомассы в ущерб технологическим качествам корнеплодов сахарной свеклы.

Вместе с тем анализ литературы выявляет ряд существенных научных пробелов, требующих дальнейшего изучения:

1. Отсутствие систематизированных данных по дифференциальной реакции конкретных родительских пар (МС x Оп) на фоны минерального питания в условиях почвенно-климатических зон Российской Федерации. Большинство зарубежных исследований проведено в условиях Западной Европы, что ограничивает их применимость для российских агроландшафтов с их спецификой почвенных режимов и климатической изменчивостью.

2. Недостаточная разработанность критериев ранней оценки адаптивности родительских форм. Динамика и продолжительность

функционирования листового аппарата на различных фонах минерального питания могут служить основой для прогнозирования стабильности гетерозиса, однако подходов к такому прогнозированию до сих пор не разработано – несмотря на то что листовой аппарат давно рассматривается исследователями в качестве значимого физиологического маркера.

3. Недостаточно изучено, каким образом интенсивное азотное питание способствует накоплению  $\alpha$ -аминного азота, калия и натрия в родительских линиях и как это отражается на технологических характеристиках гетерозисных гибридов сахарной свеклы. В целом связь между отзывчивостью родительских форм на уровни минерального питания и качественными показателями гибридов первого поколения  $F_1$  до сих пор не изучены в достаточной степени.

Восполнение выявленных пробелов составляет основную цель настоящей работы. Для ее достижения предполагается всесторонняя оценка отечественных родительских линий сахарной свеклы в условиях пяти фонов минерального питания с одновременным изучением показателей урожайности, качества сырья для переработки и физиологических индикаторов адаптационного потенциала. Принципиально важным направлением анализа станет установление взаимосвязей между откликом родительских компонентов на различные уровни минерального питания и продуктивностью гибридов  $F_1$ . На основании полученных данных будут сформулированы методологические принципы целенаправленного подбора родительских пар, способных обеспечить устойчивое проявление гетерозисного эффекта при изменяющихся агрофонах. Практическая значимость этих результатов определяется их востребованностью в селекции конкурентоспособных гибридов, ориентированных на интенсивные системы возделывания сахарной свеклы в современных условиях.

## ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### 2.1 Объект и предмет исследования

**Объект исследования:**

Материнские линии (МС) сахарной свеклы – МС (11348x11301), МС (27038x12126), МС 12169;

Отцовские линии (Оп) сахарной свеклы – Оп 6279, Оп Фа, Оп Мр.

Гибриды первого поколения (F<sub>1</sub>)– Первомайский (контроль), Крокус, Луч;

Реакция различных генотипов на изменение агрофона и климатический стресс может быть изучена благодаря привлечению в эксперимент генетически контрастных материнских и отцовских линий. Подбор селекционного материала продиктован стремлением охватить широкий спектр образцов (от уже внесенных в государственный реестр до перспективных гибридов сахарной свеклы и их родительских форм) с целью всесторонней оценки их поведения в условиях варьирующего минерального питания. Подобный подход дает возможность определить наиболее продуктивные и устойчивые гибридные комбинации.

**Предмет исследования:** влияние различных фонов минерального питания на агробиологические и технологические показатели родительских линий и их гибридов.

Исследуемые фоны минерального питания:

фон–1: контроль: без удобрений;

фон–2: N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>;

фон–3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>;

фон–4: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>;

фон–5: N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>

Указанные уровни удобрений выбраны в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта по Доспехову [54]. Отметим, что оценка родительских линий сахарной свеклы на серии фонов минерального питания

в условиях юга России проводится впервые в отечественной селекционной практике.

### **Описание гибридов сахарной свеклы:**

#### **Первомайский**

Включен в Госреестр по Северо–Кавказскому (6) региону. Односемянный диплоидный гибрид на стерильной основе N–тип.

Положение листа промежуточное. Отношение ширины к длине листовой пластинки среднее. Интенсивность зеленой окраски листа слабая. Черешок зеленый. Глянцевитость листовой пластинки и морщинистость слабые, форма вершины тупая, антоциановая окраска листовой пластинки отсутствует. Растение средней высоты. Корнеплод ширококонический, средней длины (рисунок 8).



Рисунок 8 – Корнеплод и розетка листьев сахарной свеклы гибрид  
Первомайский

Содержание сахара 18,3%. Масса корнеплода 597 г. За годы испытаний в полевых условиях региона слабо поражался церкоспорозом. Средняя урожайность корнеплодов в регионе 555,2 ц/га, сбор сахара 103,5 ц/га, у стандарта соответственно: 632,8 ц/га, 17,6% и 113,4 ц/га.

#### **Крокус**

Проходит испытания по Северо–Кавказскому (6) региону. Односемянный диплоидный гибрид на стерильной основе N–тип.

Положение листа промежуточное. Отношение ширины к длине листовой пластинки среднее. Интенсивность зеленой окраски листа средняя. Черешок зеленый. Растение средней высоты. Корнеплод ширококонический, средней длины (рисунок 9). Содержание сахара 17.2%.



Рисунок 9 – Корнеплод и розетка листьев сахарной свеклы гибрид Крокус

### Луч

Проходит испытания по Центрально–Черноземному и Северо–Кавказскому регионам. Односемянный диплоидный гибрид на стерильной основе N–тип. Положение листа полупрямостоячее. Отношение ширины к длине листовой пластинки низкое. Интенсивность зеленой окраски листа сильная. Черешок зеленый. Высота растения – высокое. Корнеплод ширококонический, средней длины (рисунок 10). Содержание сахара 17,7%.



Рисунок 10 – Корнеплод и розетка листьев сахарной свеклы гибрид Луч

## 2.2 Место и условия проведения исследований

Исследования проводились в период 2022–2025 гг. в ФГБУ «Первомайская селекционно–опытная станция сахарной свеклы», которая расположена в северной части Гулькевичского района Краснодарского края. Зона недостаточного увлажнения. По природно-сельскохозяйственному районированию земельного фонда России, территория станции относится к степной и лесостепной зоне. Почвы опытного участка представлены черноземом обыкновенным, слабогумусный. Глубина гумусового горизонта составляет 110–125 см, содержание гумуса в пахотном слое низкое 2,8–4,0%. Пахотный слой распылен и после дождей склонен к заплыванию.

Почва опытного участка в слое 0–30 см содержит:  $\text{NO}_3$  – 21,9 мг/кг почвы,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 26 мг/кг почвы,  $\text{K}_2\text{O}$  – 292 мг/кг почвы, S – 8,5 мг/кг почвы, гумус – 3%, pH – 5,6. Поглотительная способность почв достаточно высокая. В пахотном слое сумма поглощенных оснований составляет 36,2, а нижележащих 37,8 мг–экв./100 г почвы. Емкость поглощения 39,7 мг–экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 91%. Реакция почвенного раствора в пахотном слое нейтральная и слабощелочная (pH – 6,0–7,8), с глубиной щелочность возрастает до средней и сильной.

### Характеристика погодных условий в годы исследований

Погодные условия оказывают значительное влияние на урожайность сахарной свеклы. Оптимальный климат для ее культивирования предполагает умеренно влажную весну для посева, за которой следует теплое и солнечное лето, способствующее интенсивному росту и накоплению сахаров в корнеплодах. Засуха может серьезно снизить урожай, ограничив доступ растения к воде и тем самым замедляя его рост. С другой стороны, избыточные осадки ведут к развитию болезней и гниению корнеплодов. Данные по климатическим условиям, в годы проведения опыта представлены на рисунке 11–12.

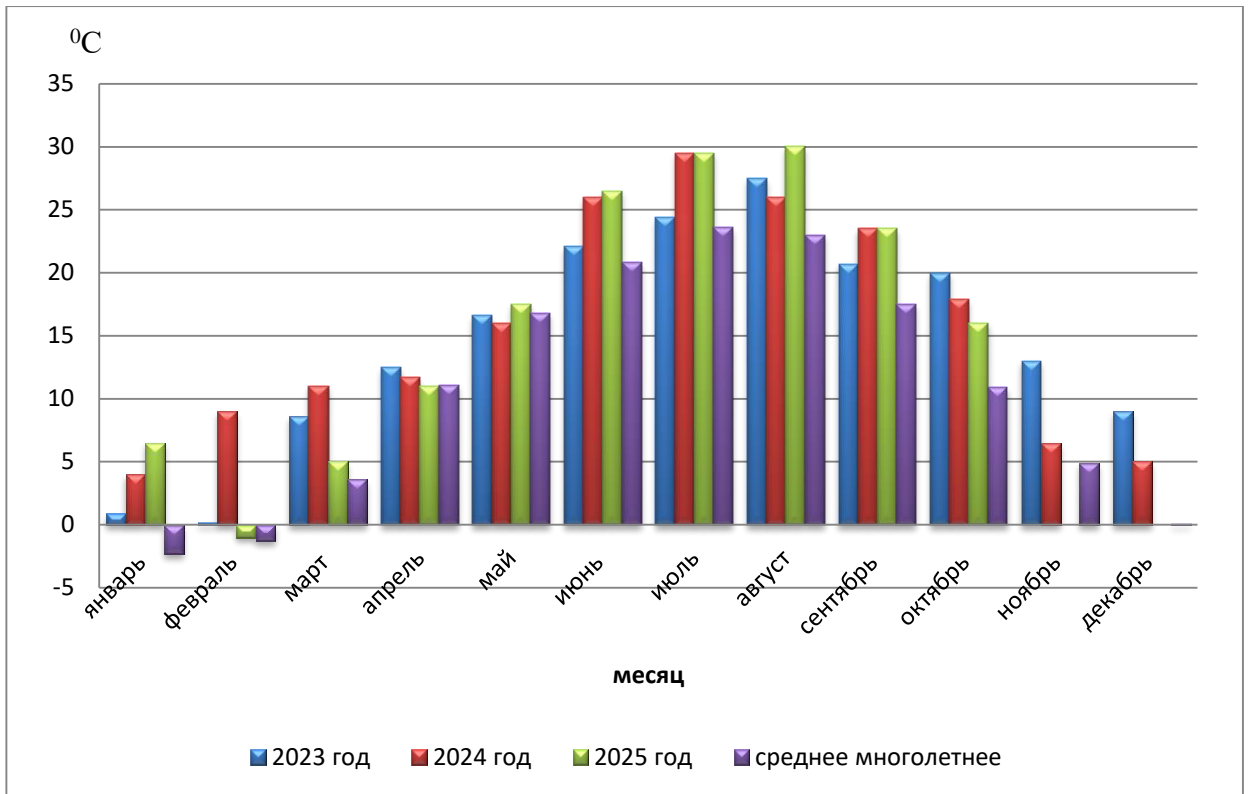


Рисунок 11 – Среднемесячная температура воздуха в годы проведения опыта, °С

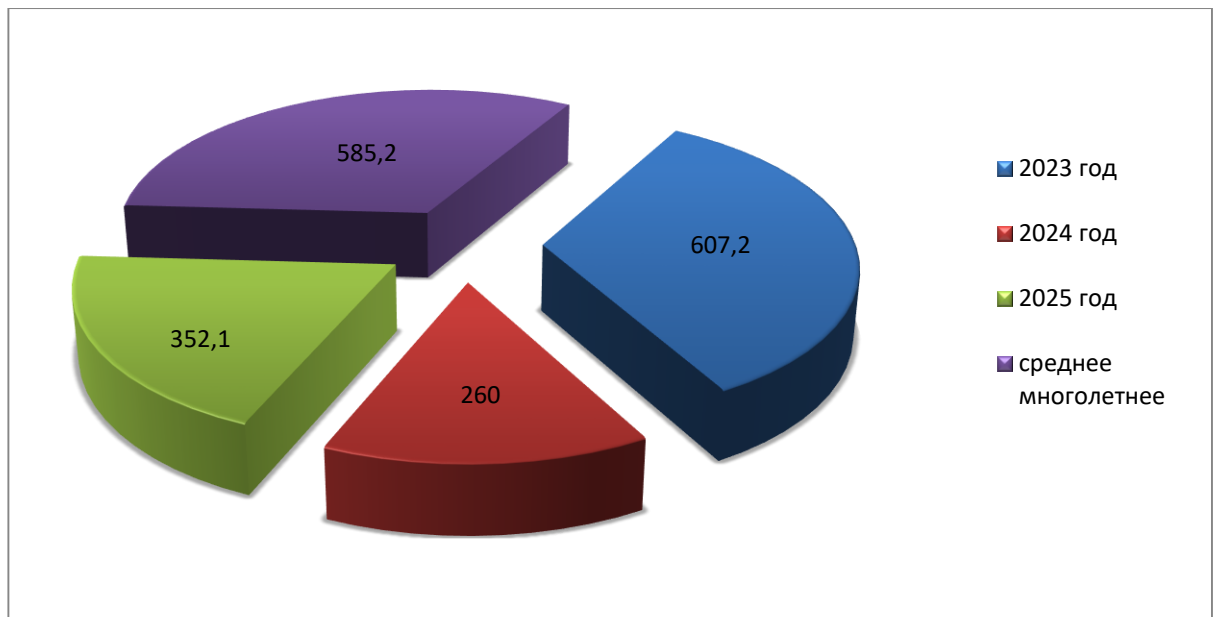


Рисунок 12 – Сумма выпавших осадков за год (2023–2025 гг.), мм

В период 2023–2025 гг. погодные условия вегетационного сезона существенно отклонялись от многолетних средних. Среднегодовая температура воздуха стабильно превышала норму: 14,6 °С (2023 г.), 15,5 °С (2024 г.) и 16,5 °С (2025 г.) при многолетнем значении 10,7 °С. Особенно

жаркими были летние месяцы (июль–август), когда в 2024 и 2025 гг. среднесуточная температура достигала 29,5–30,0 °С.

Осадки распределялись неравномерно. В 2023 г. их годовая сумма (607,2 мм) превысила норму (585,2 мм), при этом вторая половина лета оказалась аномально сухой (август – 0 мм). В 2024 г. наблюдался выраженный дефицит влаги – всего 260 мм за год, включая засушливые весну и лето (апрель–июнь – 23 мм). В 2025 г. ситуация была ближе к среднему, но с недостатком осадков в теплый период (май–август – 173,0 мм против 237,1 мм в норме).

Таким образом, в годы исследований растения испытывали комбинированное действие теплового стресса и водного дефицита, особенно в 2024 г., что могло влиять на проявление таких признаков, как урожайность, сахаристость и цветущность.

### 2.3 Схема проведения опыта

Полевой опыт был заложен по рендомизированному блочному типу с трехкратной повторностью. Основной единицей эксперимента является делянка, а группировка делянок производится по фонам минерального питания в рамках каждого повторения.

Общий размер участка: 36,45 м (ширина) x 46 м (длина). Общая площадь участка составляет 1676 м<sup>2</sup> (16,7 соток). Состоит из трех повторений, расположенных вдоль ширины участка (по 12,15 м каждое). Между повторениями и по краям участка предусмотрены технологические коридоры шириной 1 м.

Размер одного повторения: 12,15 м (ширина) x 46 м (длина).

Включает пять фонов минерального питания, размещаемых последовательно вдоль длины:

фон–1: контроль: без удобрений;

фон–2: N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>;

фон–3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>;

фон–4:  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;

фон–5:  $N_{120}P_{120}K_{120}$

Каждый фон имеет длину 8 м и отделен от соседнего коридором шириной 1 м. В пределах каждого фона размещаются делянки для 9 генотипов (МС, гибрид, ОП), которые рандомизированы по ширине.

Схема опыта представлена на рисунке 13 и 14.

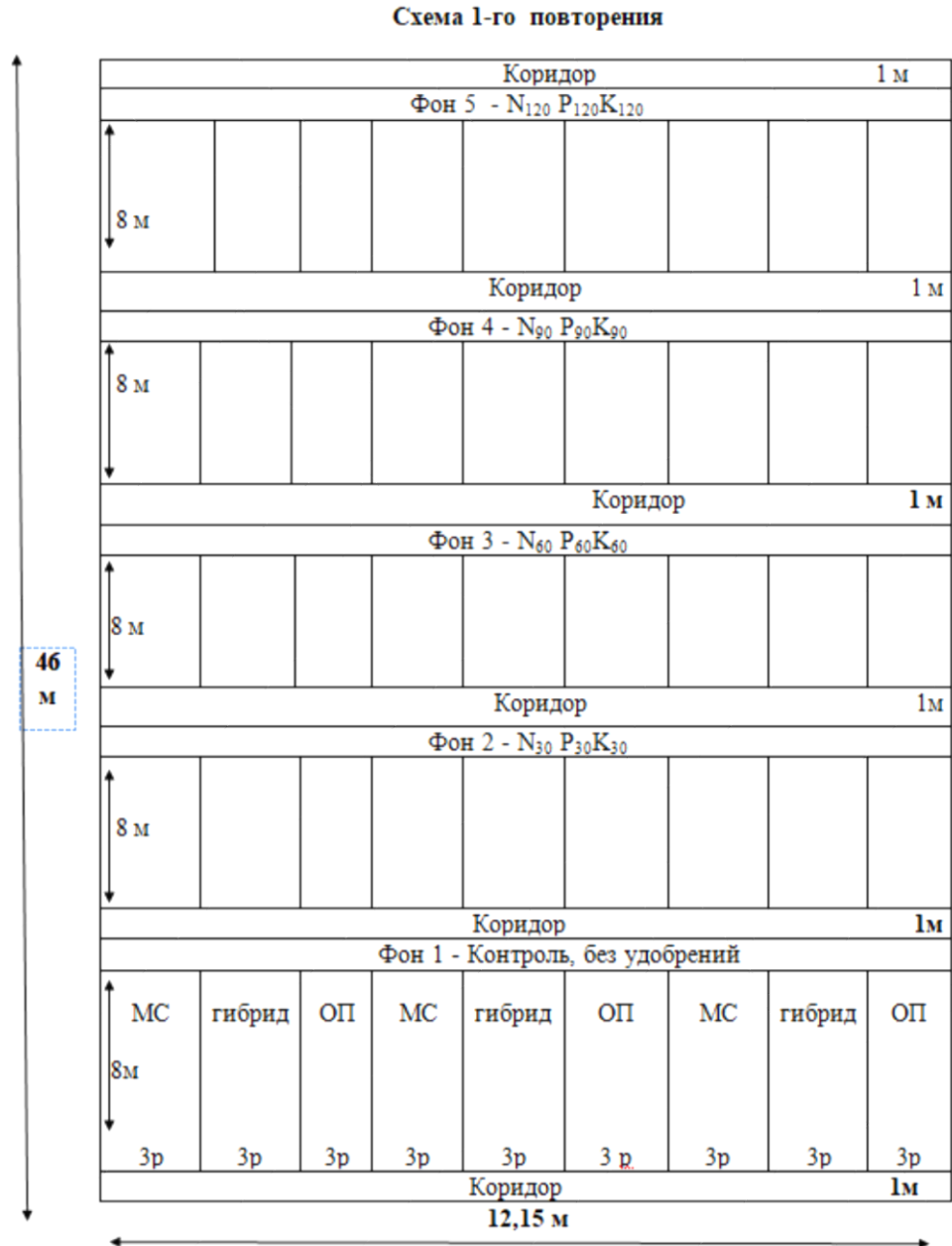


Рисунок 13 – Схема одного повторения

Размеры одной делянки составляют:

Длина – 8 м

Ширина междурядья – 0,45 м

Количество рядов – 3

Площадь учетной делянки –  $0,45 \times 3 \times 8 = 10,8 \text{ м}^2$

**Общая схема всего полевого опыта**

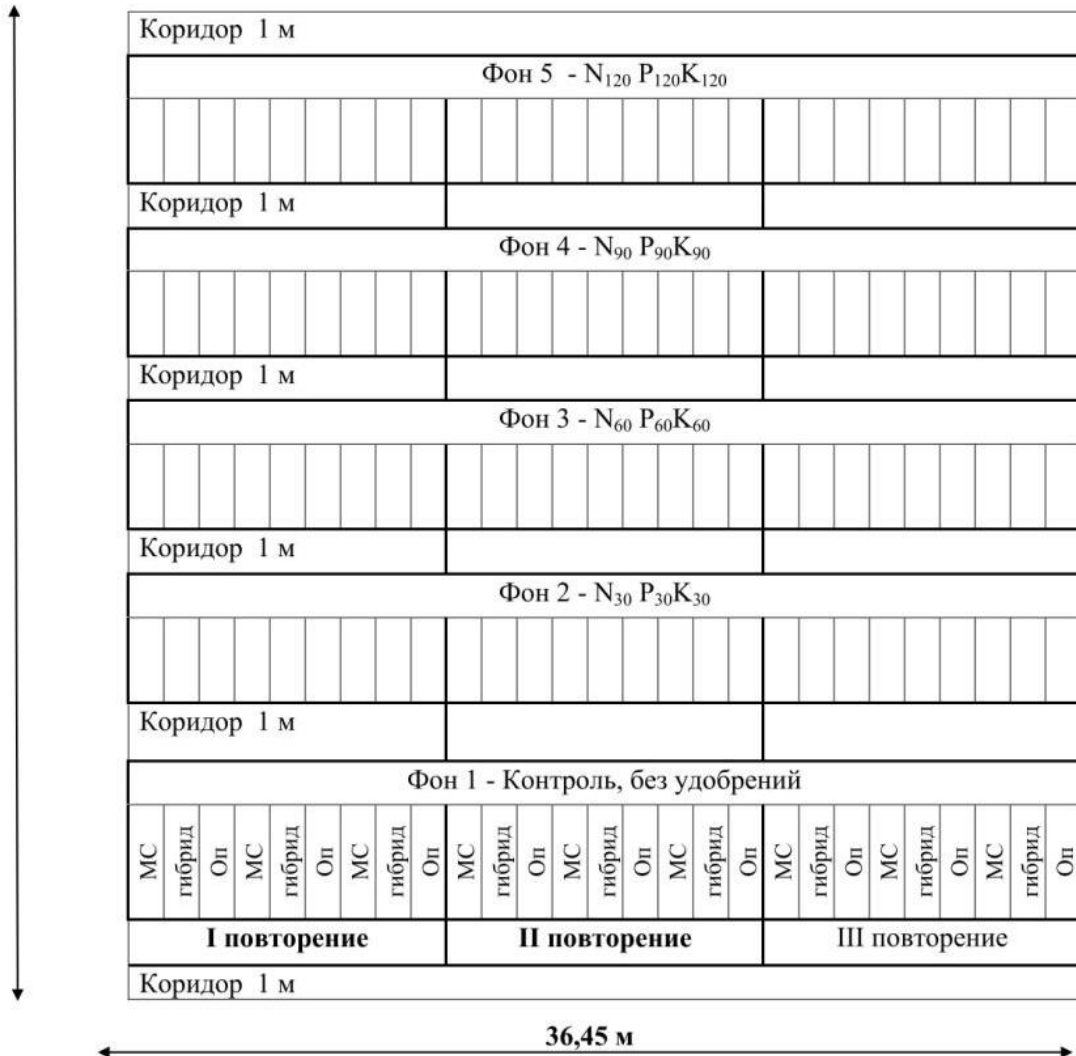


Рисунок 14 – Общая схема опыта

\* Примечание

фон–1: контроль: без удобрений;

фон–2: N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>;

фон–3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>;

фон–4: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>;

фон–5: N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>

### Технология возделывания

При проведении селекционных исследований особое внимание уделялось технологии посева экспериментального материала. Для обеспечения точности эксперимента была выбрана трехкратная повторность опытов, что позволило получить достоверные результаты. Посевные работы проводились в апреле месяце, когда почвенно–климатические условия наиболее благоприятны для прорастания семян. В качестве основной техники использовался современный трактор БЕЛАРУС 1221.3, агрегатированный с высокоточной пневматической сеялкой GASPARDO MTR, имеющей 12 посевных секций. Данная комбинация техники обеспечила равномерное распределение посевного материала с заданной нормой высева 8–10 семян на погонный метр, что составляет 177–222 тыс.шт/га. Оптимальная густота стояния сахарной свеклы составляет 111–133 тыс. шт/га. Посев всегда осуществляется с чуть большей нормой высева, делая запас на выподы (корнеед, поражение гнилями, поражение вредителями). Ширина междурядья составляла 45 см, глубина заделки семян – 2–3 см. Предшественником посева сахарной свеклы являлась озимая пшеница.



Рисунок 15 – Посев опыта трактором БЕЛАРУС 1221.3 и пневматической сеялкой GASPARDO MTR 12

Для обеспечения надлежащего ухода за посевными культурами вручную осуществлялись следующие агротехнические работы: 3–х кратная ручная прополка сорной растительности в период апрель–июнь, также 2–3х кратная обработка посева, после фитосанитарного наблюдения, с целью защиты от насекомых–вредителей препаратом Алатар в дозировке 5 мл на 4 л рабочего раствора, расход рабочей жидкости – 4 л на 100 м<sup>2</sup>. Уборка корнеплодов производилась в первой декаде октября.

### Внесение минеральных удобрений

В опыте применялись следующие виды минеральных удобрений:

1. Калий хлористый (К–60%)
2. Аммофос (N:P 12%:52%)
3. Аммиачная селитра (N–34%)

Таблица 3 – Расчет доз минеральных удобрений в физическом весе, кг

Фон минерального питания	Наименование удобрения с % содержанием эл-та питания	Всего необходимо внести кг	В основную обработку почвы (70% от общего кол-ва) кг	При посеве (30% от общего количества) Кг
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> ;	Калий хлористый (К–60%)	1,45	1,0	0,45
	Аммофос (N:P 12%:52%)	1,7	1,2	0,5
	Аммиачная селитра (N–34%)	2,0	1,4	0,6
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> ;	Калий хлористый (К–60%)	2,9	2,0	0,9
	Аммофос (N:P 12%:52%)	3,4	2,4	1,0
	Аммиачная селитра (N–34%)	4,0	2,8	1,2
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	Калий хлористый (К–60%)	4,35	3,0	1,35
	Аммофос (N:P 12%:52%)	5,1	3,6	1,5
	Аммиачная селитра (N–34%)	6,0	4,2	1,8

Продолжение таблицы 3

N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub>	Калий хлористый (K–60%)	5,8	4,0	2,8
	Аммофос (N:P 12%:52%)	6,8	4,8	2,0
	Аммиачная селитра (N–34%)	8,0	5,6	2,4

Удобрения вносились в ручную, в два этапа

Первый этап приходился на осенний период, непосредственно под основную обработку почвы (вспашку). На данном этапе вносилось 70% от общего объема удобрений. Такое значительное процентное соотношение обусловлено необходимостью создания базового запаса питательных веществ в почве, которые за зимний период успевают войти в почвенный поглощающий комплекс и трансформироваться в доступные для растений формы и равномерно распределиться в пахотном слое.

Вторая фаза реализовывалась в весенний период (апрель) непосредственно перед посевными мероприятиями и составляла 30% от расчетной нормы. Меньшая доля весеннего внесения объясняется необходимостью обеспечить растения легкодоступными элементами питания на начальных этапах вегетации, при этом избежав чрезмерной концентрации удобрений, которая могла бы негативно повлиять на прорастание семян.

#### 2.4 Методы учета и проведения анализа

В ходе проведения опыта проводили следующие наблюдения и анализы: густоту насаждений определяли путем подсчета числа растений на учетной площади (6 м<sup>2</sup>) после завершения фазы 4–6 листьев с пересчетом на 1 га, количество листьев – учитывали у 10 растений с каждой делянки в фазу максимального развития листовой розетки (июль, август, сентябрь), урожайность корнеплодов рассчитывали по результатам уборки с учетной площади (2,7 м<sup>2</sup>) с последующим пересчетом на гектар и выражали в т/га, сахаристость определялась рефрактометрическим методом (автоматический

рефрактометр, интегрированный в линию Betalyzer, измерял показатель преломления сока при температуре 20 °С и пересчитывал его в процентное содержание сахарозы, принимаемое за сахаристость), содержание  $\alpha$ -аминного азота ( $\alpha$ -N) – фотоколориметрическим методом, основанным на измерении оптической плотности комплексных соединений, которые образуют аминокислоты с раствором меди, щелочность – стандартизированный подход, основанный на потенциометрическом измерении pH диффузионного сока, содержание калия ( $K^+$ ) и натрия ( $Na^+$ ) в диффузионном соке анализировали методом пламенной фотометрии.

Потери сахара в мелассе рассчитывали по формуле Бекмана:

$$P=0,89 \cdot (Na+K)+0,32 \cdot \alpha-N+0,18$$

где, P –потери сахара в мелассе,

Na – натрий,

K–калий,

$\alpha$ -N –  $\alpha$ -аминный азот

Все измерения выполнялись в трехкратной повторности. Обработка данных и расчет результатов осуществлялись автоматически программным обеспечением линии Betalyzer, что исключает субъективные погрешности и обеспечивает высокую воспроизводимость анализа.

Выход сахара (т/га) вычисляли как произведение урожайности корнеплодов и содержания сахара, деленное на 100.

Содержание азота, фосфора и калия в листьях и корнеплодах определяли следующими методиками:

Азот – по Кьельдалю, ГОСТ 32044.1–2012 [177]

Фосфор – согласно ГОСТ 26657–97 [176]

Калий – пламенной фотометрией, ГОСТ 32250–2013 [178]

Влажность листьев и корнеплодов определяли гравиметрическим методом высушиванием при 105 °С до постоянной массы. Цветущность – процент цветущих растений на делянке. Климатические условия (температура и осадки) фиксировали по данным ближайшей метеостанции.

Статистическую обработку данных проводили в программе Statistica 13.0 с применением дисперсионного анализа и оценкой достоверности различий по критерию НСР (наименьшей существенной разности) при  $p \leq 0,05$ .

## ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 3.1. Особенности формирования листового аппарата сахарной свеклы

Листовой аппарат сахарной свеклы играет не маловажную роль в формировании урожая и технологического качества корнеплодов сахарной свеклы, так как определяет фотосинтетический потенциал растений, продолжительность продуктивного периода и устойчивость к абиотическим стрессам. Динамика развития листовой розетки (от появления всходов до завершения вегетации) отражает генотипическую специфику, реакцию на условия среды и уровень минерального питания. Генотипы, сохраняющие стабильную физиологическую активность листового аппарата в течение всего периода вегетации, приобретают первостепенное значение для селекции – особенно с учетом нарастающего климатического стресса и возрастающей нагрузки современных агротехнологий.

В период вегетации важным показателем физиологического состояния растений является содержание влаги в листьях, характеризующее водный режим и интенсивность протекающих метаболических процессов в растении. Среднее процентное содержание влаги в листьях представлено на рисунке 16.

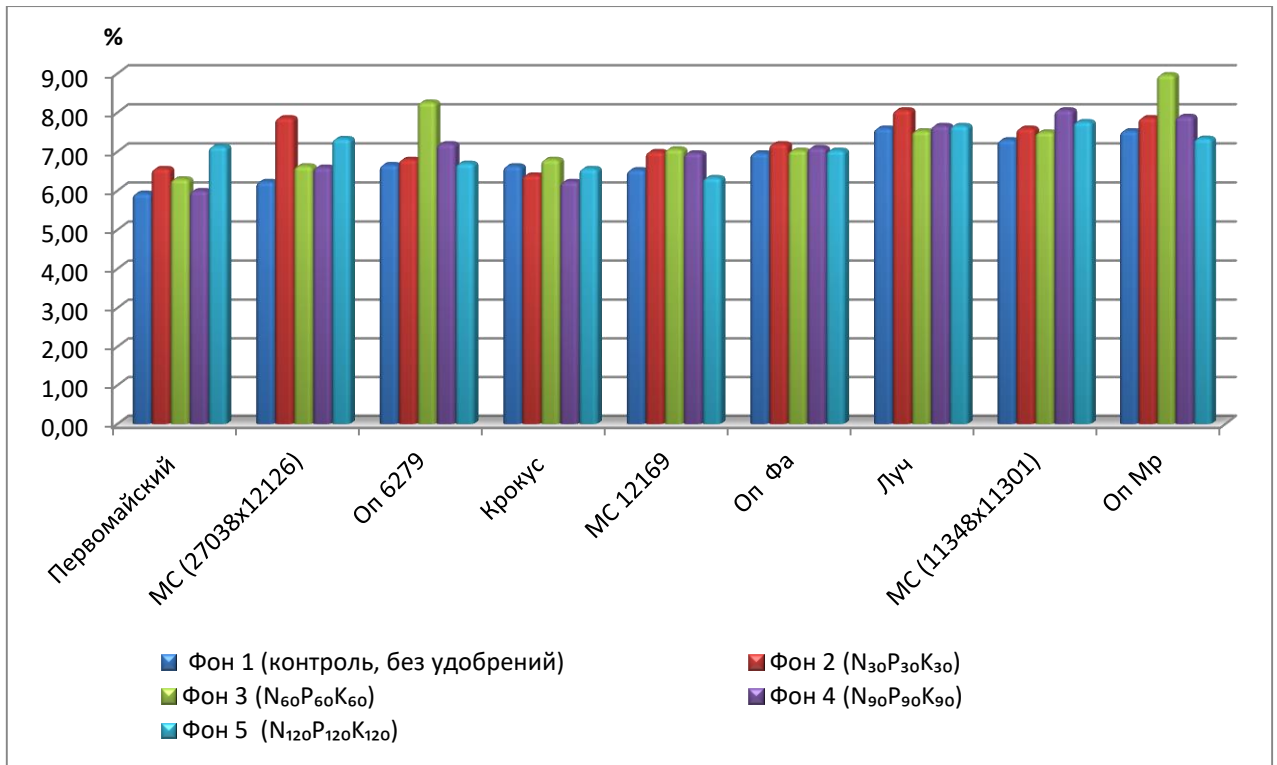


Рисунок 16 – Среднее содержание влаги в листовом аппарате сахарной свеклы за 2023–2025 гг., %

Диапазон варьирования влажности листьев составил от 5,9 до 9,0 %. Наибольшая оводненность тканей зафиксирована у отцовской линии Оп Мр (до 9,0 % на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>), наименьшая – у гибрида Первомайский (5,9 % на контроле без удобрений).

Минимальная влажность листьев среди МС-форм отмечена у МС (27038×12126) – 6,2 % на контроле, максимальная – у МС (11348×11301), где показатель составил – 8,1 % на фоне 4. Линия МС 12169 выделяется стабильностью, значение влаги укладываются в узкий диапазон 6,3–7,1 % независимо от фона питания.

Максимальное значение влаги в листьях сахарной свеклы среди отцовских компонентов отмечен у линии Оп 6279 на фоне 3 – 8,3 %. У Оп Фа все значения лежат в пределах 7,0–7,2 %.

Гибрид Луч – его листья стабильно хорошо оводнены 7,5–8,1 % на всех фонах. Крокус, напротив, поддерживает умеренную влажность 6,2–6,8 %. А

гибрид Первомайский заметно снижает содержание влаги на контроле – 5,9 %, но на высоких фонах приближается к средним значениям – 7,1 %.

Если оводненность листьев говорит об интенсивности водообмена, то содержание азота в листовой ткани – маркер обеспеченности растений этим ключевым элементом питания. Именно азот определяет рост биомассы, фотосинтетическую активность и, в конечном счете, продукционный потенциал (рисунок 17).

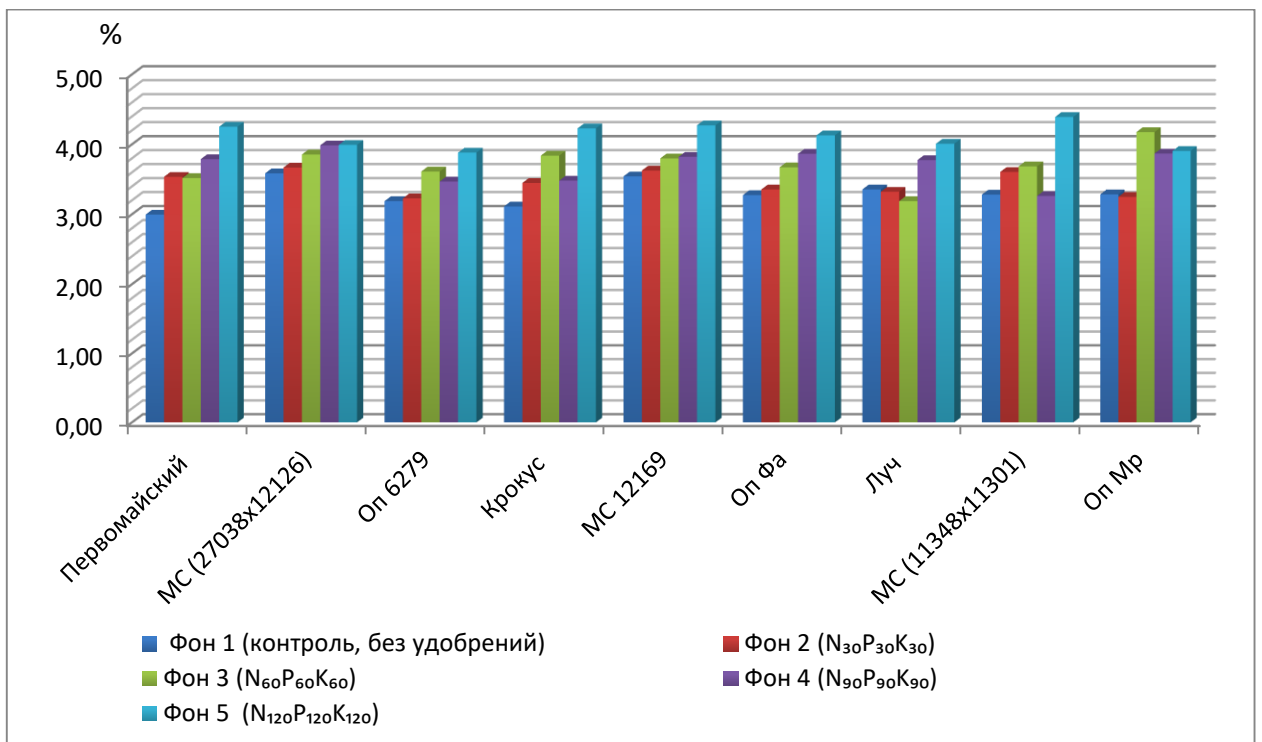


Рисунок 17 – Среднее содержание азота в листовом аппарате сахарной свеклы за 2023–2025 гг., %

Содержание азота в листьях сахарной свеклы варьировало в зависимости от генотипа и уровня минерального питания. Среди гибридов минимальное содержание азота составило – 3,00% и зафиксировано у гибрида Первомайский на фоне без применения удобрений, а так же максимальное значение – 4,25% наблюдалось на фоне 5 (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>).

Линия МС (11348×11301) демонстрирует как абсолютный минимум – 3,26 % на фоне N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, так и абсолютный максимум – 4,39 % на фоне 5 N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> содержания азота в листьях.

Отцовские линии характеризовались пиковым накоплением азота 4,18% у линии Оп Мр на фоне 3, при этом минимальный показатель 3,19% принадлежит линии Оп 6279 на фоне 1 (контроль, без удобрений).

Если азот в листьях отвечает за ростовые процессы, то фосфор – элемент, без которого невозможны энергетический обмен и транспорт ассимилятов. Рассмотрим, как изучаемые генотипы накапливают этот элемент в листовом аппарате (рисунок 18).

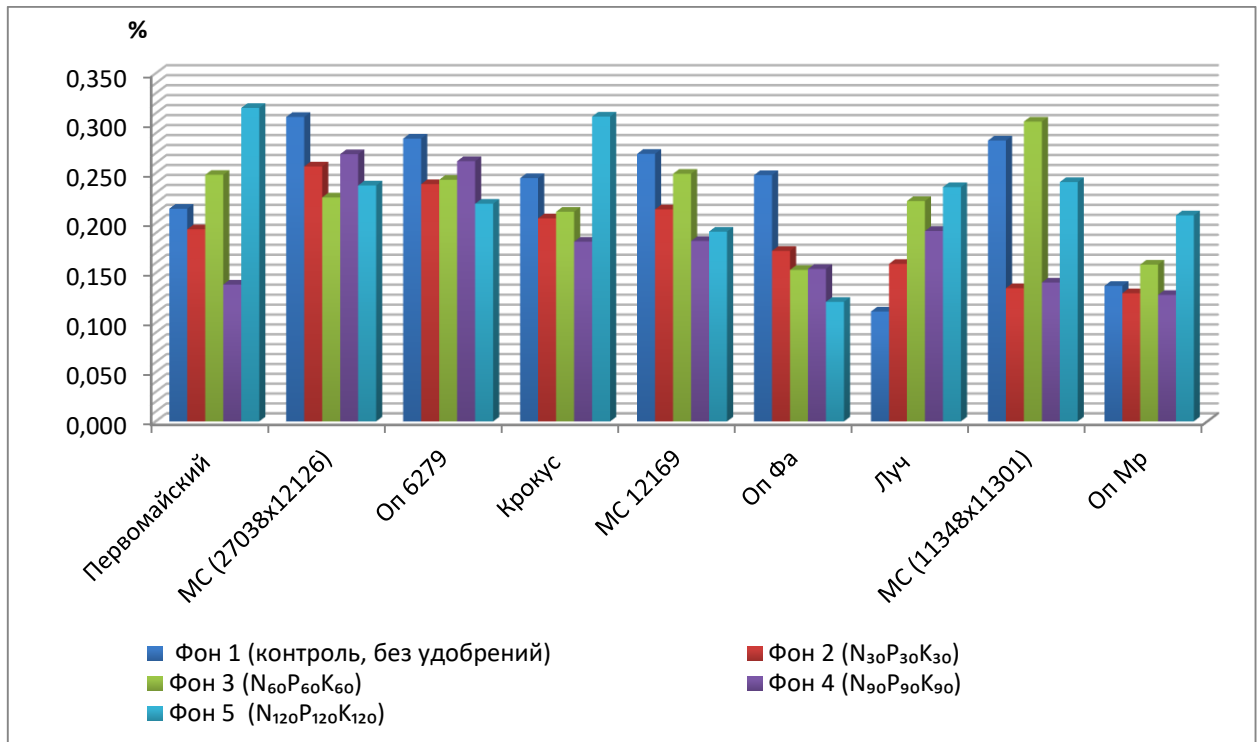


Рисунок 18 – Среднее содержание фосфора в листовом аппарате сахарной свеклы за 2023–2025гг, %

Исходя из данных рисунка 18, материнские линии (МС) демонстрируют различные степени накопления фосфора. Линия МС (27038×12126) имеет максимальное значение на контроле – 0,306% с склонностью к снижению при внесении удобрений. МС 12169 также показывает наибольшее содержание

фосфора в листовом аппарате на контроле – 0,269% и минимальное на фоне 4 – 0,182%. Материнская линия МС (11348×11301) отличается высокой изменчивостью – максимальное значение отмечено на фоне 3 – 0,302%, минимальное значение – на фоне 2 – 0,135%.

Отцовские линии преимущественно снижают содержание фосфора при увеличении доз удобрений. Наиболее выраженное падение наблюдается у Оп Фа – с 0,248% на контроле до 0,121% на максимальном фоне. Оп 6279 характеризуется относительно стабильными значениями в диапазоне 0,219–0,285%. Линия Оп Мр проявляет положительную реакцию на увеличение дозы минеральных удобрений, так как содержание фосфора в листовом аппарате увеличивается с 0,137% до 0,208%.

Гибриды первого поколения показали неоднородную реакцию на внесение минеральных удобрений, демонстрируя разброс содержания фосфора в листовом аппарате. Так у гибрида Первомайский минимальное содержание составило – 0,138% на фоне 4, а максимальное – 0,135% на фоне 5. Максимальное содержание фосфора у гибрида Крокус составляет 0,307% (фон 5), а минимальное – 0,181 % (фон 4). Гибрид Луч показал минимальное содержание на фоне 1 и составляло оно 0,111%, а максимальное – 0,236% зафиксировано на фоне 5.

Так же не мало важным макроэлементом для растений сахарной свеклы, влияющим на регуляцию водного режима, работу устьиц, транспорт веществ, является калий. Он так же влияет на устойчивость растений к абиотическим и биотическим факторам. Среднее содержание калия в листьях растений сахарной свеклы за 2023–2025 гг. выраженное в процентах представлено на рисунке 19.

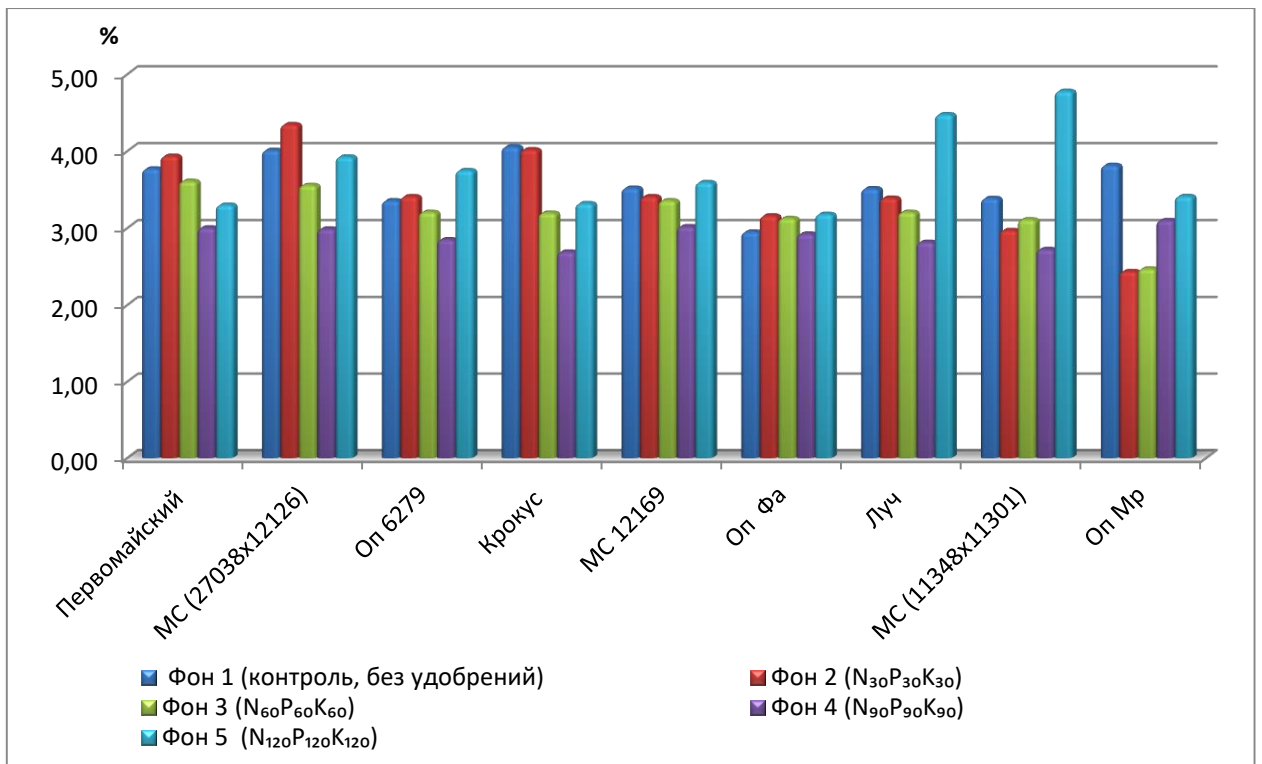


Рисунок 19 – Среднее содержание калия в листовом аппарате сахарной свеклы за 2023–2025гг, %

Согласно данным рисунка 19, содержание калия в листьях сахарной свеклы варьировало в зависимости от генотипа и уровня минерального питания. Среди материнских линий – минимальная концентрация калия составила – 2,72% и отмечена у материнской линии МС (11348×11301) на фоне 4 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>), тогда как максимальное содержание 4,78% наблюдалось у этой же линии на фоне 5 (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>).

Отцовские линии характеризовались максимальным накоплением калия 3,82% у линии Оп Мр на фоне 1 (контроль, без удобрений), при этом минимальный показатель составил – 2,44% и зафиксирован у той же линии на фоне 2 (N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>).

Рассматривая данные рисунка 19 относительно гибридов F<sub>1</sub> видно, что минимальное среднее содержание калия в листовом аппарате зафиксировано у гибрида Крокус – 2,69% (фон 4). В то время как гибриду Луч принадлежит максимальное содержание калия – 4,48 % при максимальной дозе внесения минеральных удобрений.

В свою очередь изучение химического состава листового аппарата позволяет оценить их физиологическую эффективность, но важными показателями так же являются мощность и продолжительность функционирования листового аппарата сахарной свеклы, так как именно от этого зависит сколько «строительного материала» получит корнеплод – чем эффективнее работают листья, тем выше масса урожая и его сахаристость.

Количество жизнеспособных листьев на растении сахарной свеклы является одним из ключевых факторов биологического процесса растения. Данный показатель показывает усвоение и распределение влаги, питательных элементов, света. За счет этого происходит раскрытие адаптивного потенциала селекционного материала, что позволяет оценить способность растения приспосабливаться к условиям внешней среды.

Сравнительный анализ динамики листообразования между родительскими формами и гибридами первого поколения помогает выявить генотипические формы, которые способны длительно сохранять высокий фотосинтетический потенциал (рисунок 20).

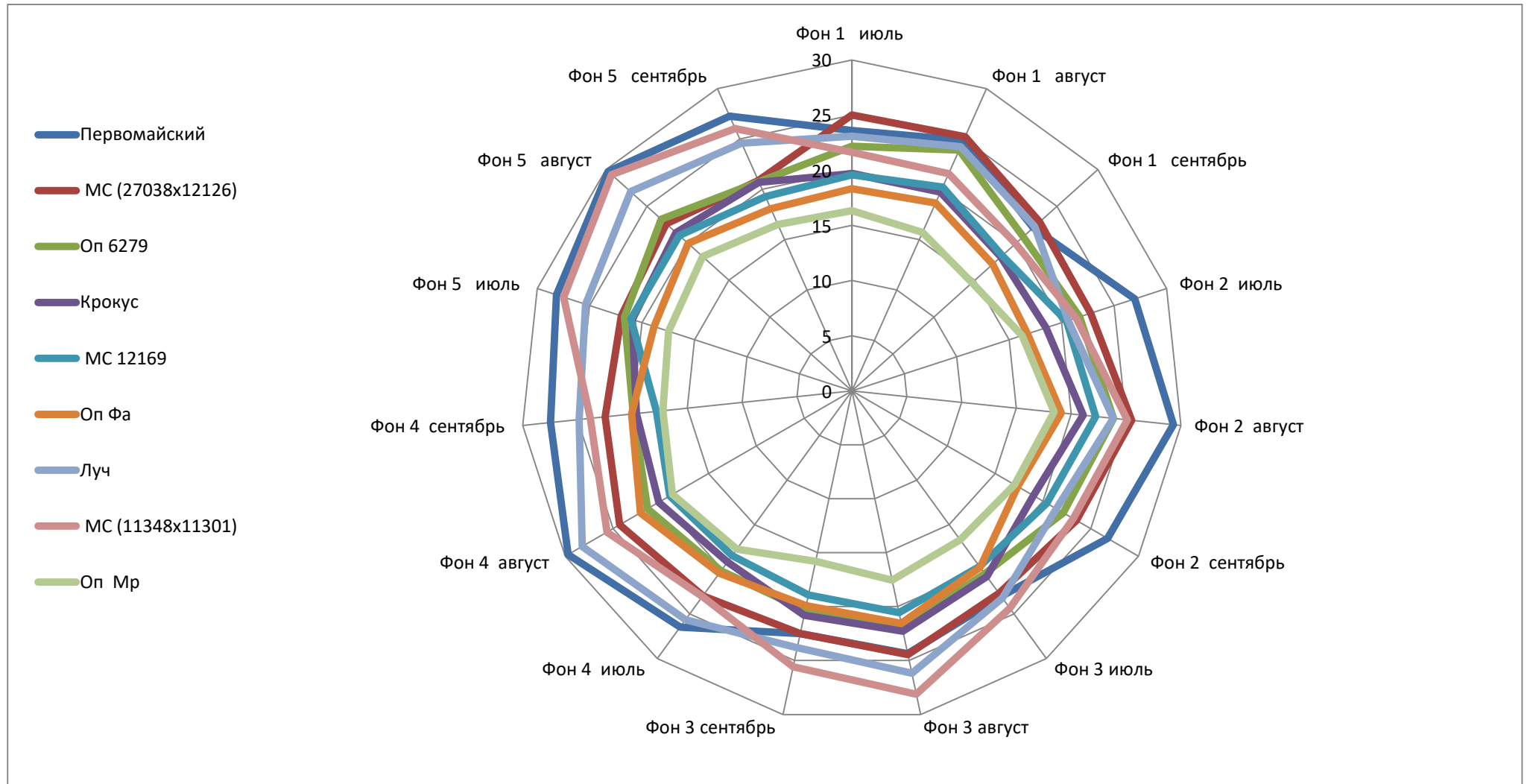


Рисунок 20 – Динамика листообразования сахарной свеклы, шт.

Рассматривая рисунок 20, относительно материнских линий можно сказать, что линия МС (27038×12126) формирует максимальное количество листьев на контроле 26 листьев – в августе, с последующей тенденцией к снижению до 23 листьев при увеличении доз удобрений. Линия МС 12169 демонстрирует стабильные показатели листообразования – количество штук варьируется в диапазоне от 18 до 22. Линия МС (11348×11301) является наиболее продуктивной по листообразованию, относительно всех изучаемых материнских линий, которая на фоне 5 достигает максимального значения в августе – 29 листьев и сохраняет высокие значения до сентября – 26 листьев.

Показатель листообразования демонстрирует заметные различия при сравнении отдельных отцовских линий между собой. Линия Оп 6279 характеризуется стабильным количеством листьев 20–24 шт. с максимальным значением в августе (фон 1). Родительская линия Оп Фа на фонах 3 и 4 показывает максимальное листообразование по 22 листа в августе. Наименьшие показатели на всех фонах минерального питания отмечены у Оп Мр, где количество листьев варьирует от 15 до 19 штук, с максимумом в августе на фоне 4 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) – 19 листьев.

Среди гибридов сахарной свеклы наибольшее количество листьев, на протяжении всей вегетации, зафиксировано у гибрида Первомайский, который на фоне 5 достигает максимума в августе – 30 листьев и сохраняет высокие показатели до сентября (27 шт.). Гибрид Луч – характеризуется постепенным нарастанием листы к августу с последующим небольшим снижением к сентябрю, при этом максимальное значение зафиксировано на фоне 4 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) в августе и составляет 28 листьев. Максимальное количество листьев на гибриде Крокус зафиксировано в августе месяце и составляет оно 18-22 шт.

Согласно результатам исследований выявлена четкая закономерность листообразования у растений сахарной свеклы, которая проявляется в том, что в августе у всех селекционных материалах формируется максимальное количество листьев на растении, с последующим снижением к сентябрю.

Полученные данные позволяют оценить фотосинтетический потенциал и адаптивность растений сахарной свеклы на различные уровни минерального питания.

### **3.2 Проявление цветущности сахарной свеклы на фоне минерального питания**

Сахарная свекла является одной из самых требовательных культур к элементам питания, так как в корнеплодах и ботве содержится более 60 элементов, среди которых – азот, фосфор, калий, сера, магний и др.

Соответственно, для формирования урожая это растений требует значительное количество питательных веществ. Одним из факторов проявления повышенной цветущности у сахарной свеклы является увеличение доз вносимых минеральных удобрений (таблица 4).

Таблица 4 – Цветущность растений сахарной свеклы по фонам минерального питания за 2023–2025 года исследований, %

Фон минерального питания	год		
	2023	2024	2025
Фон 1 (контроль без удобрений)	2,41	2,06	3,0
Фон 2 (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	3,09	3,18	3,6
Фон 3 (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	5,20	4,32	3,9
Фон 4 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	5,28	5,39	4,3
Фон 5 (N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> )	6,07	6,02	5,84

Анализ динамики цветущности сахарной свеклы за 2023–2025 гг. выявил четкую положительную корреляцию между уровнем минерального питания и процентом цветущих растений. На протяжении всего исследования наблюдается устойчивый рост цветущности по мере увеличения доз азота, фосфора и калия.

Наибольшие значения цветущности отмечены на фоне с максимальными дозами удобрений (Фон 5): 6,07 % в 2023 г., 6,02 % в 2024 г. и 5,84 % в 2025 г. В то же время на контроле (Фон 1), где минеральные удобрения не вносились, процент цветущих растений оставался минимальным – от 2,06 % (2024 г.) до 3,00 % (2025 г.).

Разница между крайними вариантами (Фон 1, контроль без удобрений и Фон 5 ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) составила: 3,66 % в 2023 г., 3,96 % в 2024 г. (максимальное расхождение за период исследований), 2,84 % в 2025 г.

Снижение разницы в 2025 году, как и общее небольшое понижение уровня цветущности на всех фонах по сравнению с 2024 г., обусловлено менее интенсивным проявлением стрессовых весенних температур и более равномерным увлажнением в вегетационный период.



Рисунок 21 – Цветущее растение сахарной свеклы

Полученные данные имеют высокую практическую значимость. Согласно литературным и производственным данным, каждый процент цветущности приводит к потере около 0,7 ц/га сахара. Таким образом, при

применении максимальных доз минеральных удобрений, потери сахара могут достигать до 2,0–2,8 ц/га, что существенно снижает рентабельность производства и подчеркивает необходимость оптимизации доз минеральных удобрений при выращивании гибридов сахарной свеклы.

### **3.3 Технологическое качество корнеплодов сахарной свеклы**

Совокупность взаимосвязанных показателей лежит в основе оценки того, насколько корнеплоды сахарной свеклы пригодны для промышленной переработки. Именно эти параметры в конечном счете определяют объем получаемого сахара, формируя тем самым комплексную характеристику технологического качества сырья.

Показатель сахаристости отражает исходное содержание сахарозы в корнеплодах и является основным показателем продуктивности данной культуры. Альфа-аминный азот ( $\alpha$ -АА) отражает содержание азотистых соединений, которые при переработке образуют комплексы с сахарозой, увеличивая ее потери в мелассе. Щелочность, в свою очередь, обусловлена наличием катионов калия и натрия – ее повышенные значения усложняют очистку сока и способствуют инверсии сахарозы. Интегральными показателями выступают выход сахара (%), отражающий реальное количество получаемого сахара, и потери сахара в мелассе (%), определяющие эффективность кристаллизации.

В настоящем исследовании оценка технологического качества проведена по указанному комплексу показателей на основе трехлетних данных (2023–2025 гг.). Это позволило выявить устойчивые генотипические различия, оценить стабильность признаков качества в различных климатических условиях и определить наиболее перспективные формы для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Среди всех показателей технологического качества сахаристость занимает центральное место, поскольку именно она определяет исходную концентрацию сахарозы в корнеплодах и закладывает основу для дальнейших

расчетов выхода сахара. Оценка данного признака у родительских линий и гибридов на различных фонах минерального питания позволяет выявить генотипы, способные сохранять высокий уровень сахаронакопления независимо от условий выращивания. В таблице 5 представлены результаты определения сахаристости корнеплодов за 2023–2025 гг.

Таблица 5 – Сахаристость корнеплодов сахарной свеклы за 2023-2025 гг., %

Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5	Интервал колебания
Первомайский	16,84	16,97	16,42	17,37	17,46	16,42 +1,04
МС (27038x12126)	15,85	15,83	16,31	16,16	16,70	15,83 +0,87
Оп 6279	16,22	16,44	16,15	16,57	16,81	16,15 +0,66
Крокус	16,28	16,70	16,48	16,80	17,67	16,28 +1,39
МС 12169	16,07	16,14	16,17	16,49	16,60	16,07 +0,53
Оп Фа	16,71	16,67	16,34	16,59	16,60	16,34 +0,37
Луч	17,06	17,28	17,11	17,14	17,43	17,06 +0,37
МС (11348x11301)	16,14	16,16	15,84	16,07	16,79	15,84 +0,95
Оп Мр	16,85	17,03	17,26	17,25	17,47	16,85 +0,62

\*Примечание: фон-1 (контроль без удобрений); фон-2 N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; фон-3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; фон-4: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; фон-5: N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;

В ходе анализа данных, представленных в таблице, характеризующих среднюю сахаристость корнеплодов сахарной свеклы за период 2023–2025 гг. видно, что среди материнских линий (МС) зафиксированы наименьшие показатели сахаристости относительно всех изучаемых материалов. Минимальное значение среди материнских линий составило 15,83% (МС 27038×12126, Фон 2), максимальное – 16,79% (МС 11348×11301, Фон 5). Диапазон варьирования признака в данной категории достиг 0,96%, что указывает на относительно низкую пластичность материнских компонентов по данному показателю. Наиболее высокую стабильность продемонстрировала линия МС 12169, у которой амплитуда колебаний сахаристости по фонам составила 0,53%, тогда как МС (27038×12126)

проявила повышенную чувствительность к изменению агрофона с варьированием в пределах 0,87%.

Среди отцовских линий минимальное значение зафиксировано на уровне 16,15% (Оп 6279, Фон 3), максимальное – 17,47% (Оп Мр, Фон 5), при диапазоне варьирования 1,32%. Среди отцовских форм линия Оп Мр выделилась не только наивысшим показателем сахаристости, но и выраженной положительной динамикой при увеличении уровня минерального питания, что подтверждает ее ценность для селекции как компонента при создании высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы.

Среди гибридов первого поколения максимальное и минимальное значение зафиксированы у гибрида Крокус и составляет 16,28% и 17,67% соответственно. Гибрид Луч, независимо от фона минерального питания, отличался наибольшей стабильностью, сохраняя высокие показатели при интервале колебаний  $17,06 \pm 0,37\%$ . Гибрид Первомайский проявил выровненную динамику сахаристости от 16,42 до 17,46%, подтверждая свою адаптивность к различным уровням минерального обеспечения.

Статистическая обработка данных выполнена методом дисперсионного анализа. В таблице 6 показано влияние факторов «год», «генотип», «фон питания» и их взаимодействий на сахаристость корнеплодов сахарной свеклы.

Таблица 6 – Результаты дисперсионного анализа показателя сахаристость у корнеплодов сахарной свеклы

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	33,84	82,54	0,22	18,7
Между генотипами	8	8,23	20,07	0,16	13,1
Между фонами	4	5,64	13,76	0,6	4,9
Год × генотип	16	3,62	8,83	0,19	16,1
Год × фон	8	5,00	12,20	0,15	12,8
Генотип × фон»	32	0,45	1,10	0,00	0,0
Год × генотип × фон	64	0,46	1,12	0,00	0,0
Остаточная	315	0,41	–	0,41	34,4

Анализируя данные таблицы 6, погодные условия по годам определяют 18,7% изменчивости сахаристости. Взаимодействие «год × генотип» составляет 16,1% – это показывает, что родительские линии и гибриды по-разному реагируют на климатические условия в годы проведения опыта, соответственно и их ранжирование по сахаристости может меняться в зависимости от года. Генотипические различия между изучаемыми селекционными материалами определяют 13,1% общей изменчивости, данный показатель подтверждает наличие генетической обусловленности сахаристости. Взаимодействие «год × фон» указывает на неодинаковое влияние минеральных удобрений на сахаристость в разные годы, а доля его влияния составляет 12,8%. При этом влияние фона минерального питания оказалось наименьшим среди изучаемых факторов и составило 4,9%. Это может свидетельствовать о том, что сахаристость как признак в меньшей степени зависит от уровня минерального питания. Не менее важным показателем технологического качества, влияющим на потери сахара в мелассе, является содержание альфа-аминного азота (рисунок 22).

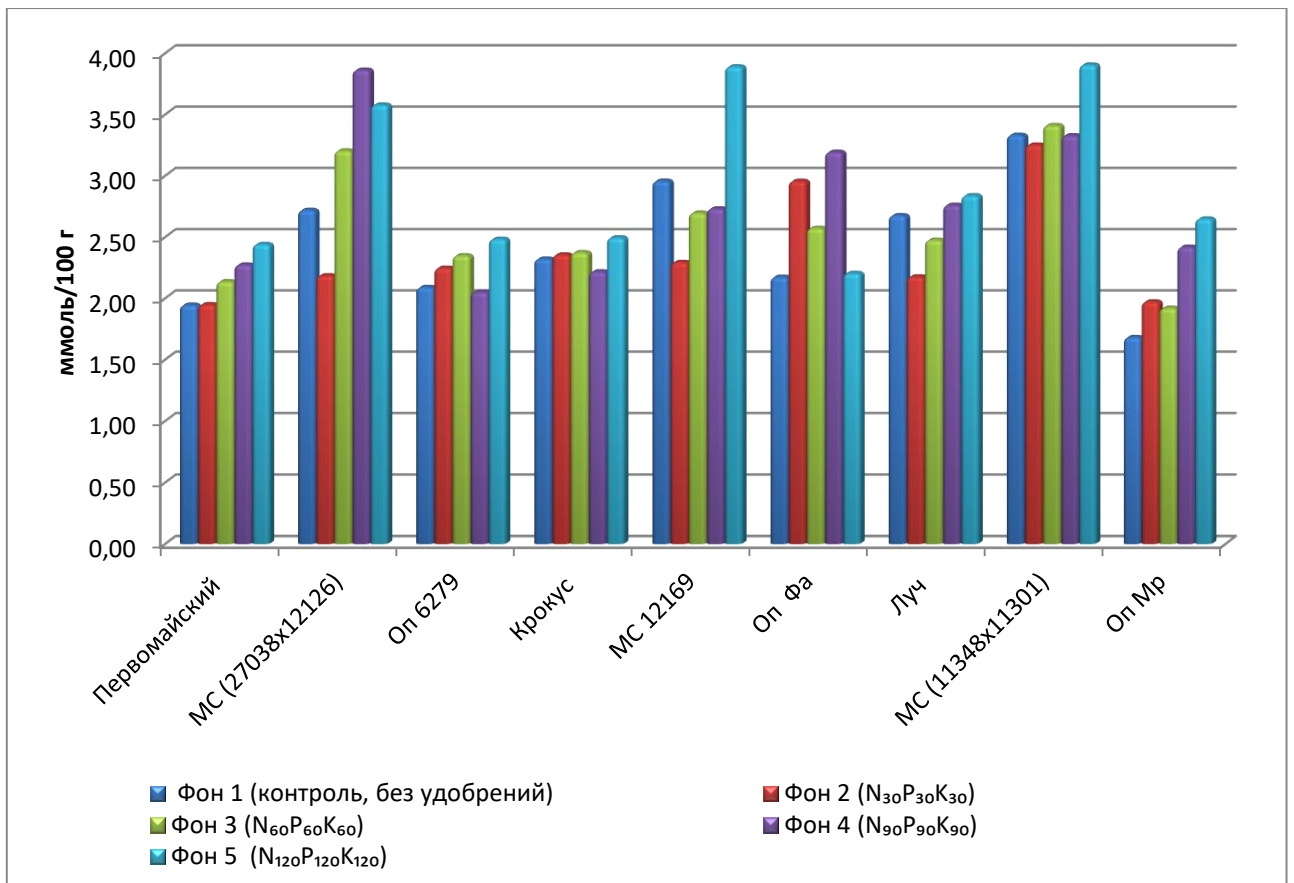


Рисунок 22 – Среднее содержание альфа–аминного азота в корнеплодах растений сахарной свеклы за 2023–2025 гг., ммоль/100 г

Рисунок 22 отражает результаты трехлетних исследований содержания  $\alpha$ -аминного азота ( $\alpha$ -АА) в корнеплодах сахарной свеклы. Содержание  $\alpha$ -АА – один из ключевых показателей технологического качества сырья, поскольку повышенные его значения негативно влияют на выход сахара и усложняют переработку.

Наиболее низкое содержание  $\alpha$ -аминного азота (технологически предпочтительное) наблюдалось у отцовских компонентов Оп Мр – 1,10–3,35 ммоль/100 г и Оп 6279 – 1,35–2,91 ммоль/100 г. Это свидетельствует о стабильно высоком технологическом качестве данных линий.

Высокое содержание альфа-аминного азота зафиксировано у материнских линий МС (11348×11301) и МС (27038×12126) – это указывает на их предрасположенность к накоплению азотистых соединений, что наиболее сильно выражается на фоне высоких доз минеральных удобрений.

Технологически приемлемый уровень содержания  $\alpha$ -аминного азота был зафиксирован у гибрида Первомайский, который продемонстрировал наилучшие результаты среди всех исследованных гибридов – показатель колебался в диапазоне от 1,46 до 2,70 ммоль/100 г.

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что накопление  $\alpha$ -аминного азота зависит от генотипических особенностей растений сахарной свеклы, а так же увеличивается при увеличении фона минерального питания. Отцовские линии Оп Мр и Оп 6279 рекомендуется использовать при создании новых гибридов сахарной свеклы, как источники высокого технологического качества.

В таблице 7 представлены результаты дисперсионного анализа содержания альфа-аминного азота в корнеплодах сахарной свеклы.

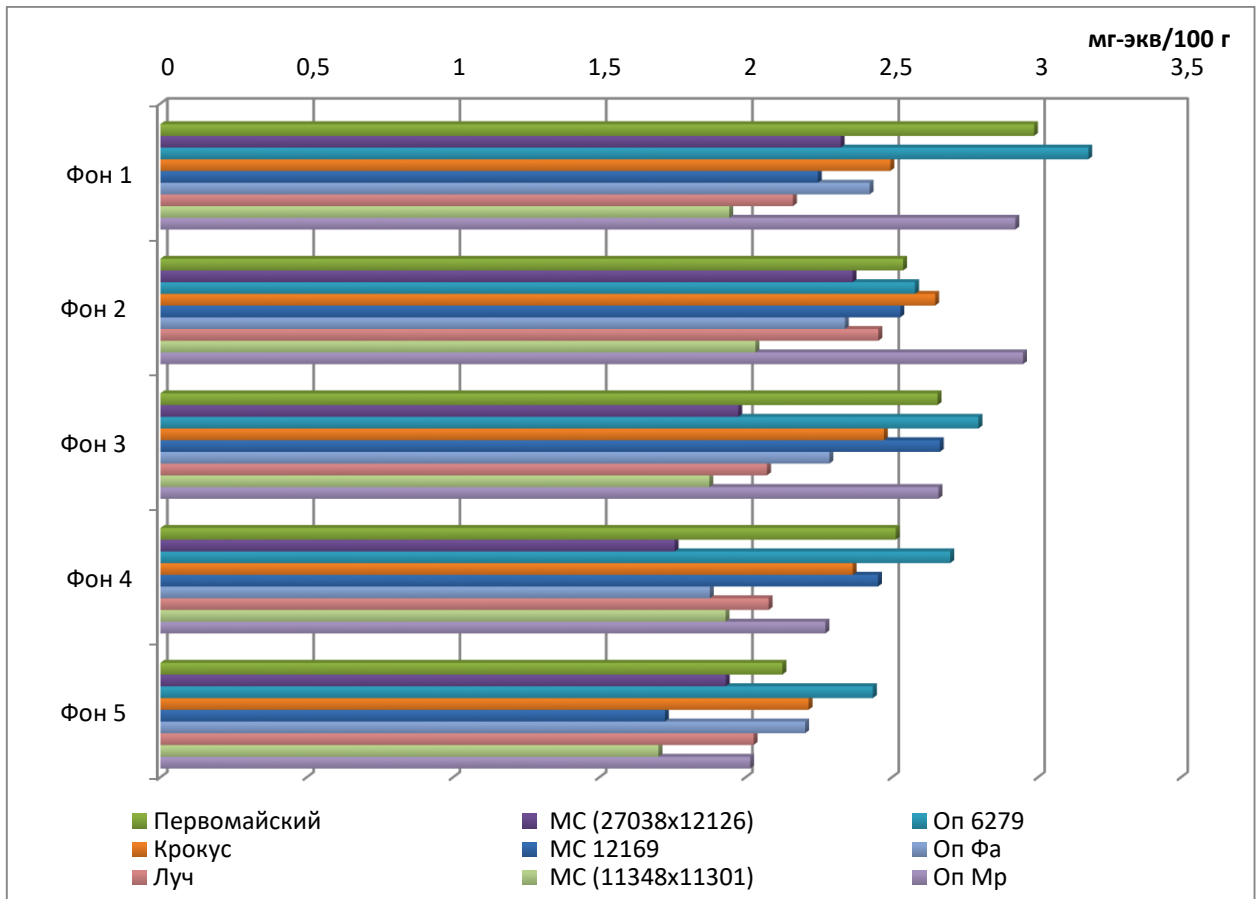
Таблица 7 – Результаты дисперсионного анализа содержания  $\alpha$ -аминного азота в корнеплодах растений сахарной свеклы

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	6,25	11,98	0,04	2,7
Между генотипами	8	10,35	19,84	0,20	13,9
Между фонами	4	4,87	9,34	0,05	3,4
Год $\times$ генотип	16	6,07	11,65	0,33	23,6
Год $\times$ фон	8	3,12	5,97	0,09	6,1
генотип $\times$ фон	32	1,10	2,11	0,06	4,1
Год $\times$ генотип $\times$ фон	34	0,96	1,84	0,13	9,3
Остаточная	315	0,52	–	0,52	36,8

Содержание альфа-аминного азота – сложный признак, сильно зависящий от генотип-средового взаимодействия (в сумме: 23,6 % + 9,3 %  $\approx$  33 %). Это означает, что отбор генотипов по содержанию азота должен проводиться в многолетних испытаниях и на разных фонах питания.

Высокая остаточная дисперсия (36,8 %) говорит о необходимости усреднения по повторностям для повышения точности оценки. Поскольку азот отрицательно коррелирует с выходом сахара и положительно – с потерями сахара, генотипы с низким содержанием азота предпочтительны в селекции. Важно учитывать, что тройное взаимодействие значимо, поэтому рекомендации по удобрениям должны быть адаптированы под конкретный генотип и прогнозируемые погодные условия. Содержание вредного азота в корнеплодах сахарной свеклы в значительной мере определяется взаимодействием генотипа и среды.

Следующий анализируемый показатель – щелочность корнеплодов, определяющая эффективность очистки диффузионного сока (рисунок 23).



\*Примечание: фон-1 (контроль без удобрений); фон-2 N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; фон-3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; фон-4: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; фон-5: N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;

Рисунок 23 – Среднее содержание щелочности в корнеплодах сахарной

свеклы за 2023-2025 гг., мг-экв/100 г

Исходя из данных рисунка 23, материнские линии (МС) в целом характеризуются более низкими значениями щелочности, что технологически предпочтительно. Наименьшие показатели отмечены у МС (11348×11301) – от 1,70 до 2,03 мг-экв/100 г. Линия МС 12169 также показала низкую щелочность 1,72–2,66 мг-экв/100 г с минимумом на фоне 5. МС (27038×12126) варьировала в пределах 1,76–2,37 мг-экв/100 г.

Отцовские линии (Оп) проявили более широкий диапазон значений. Наибольшая щелочность среди всех родительских форм зафиксирована у Оп 6279 – до 3,18 мг-экв/100 г на контроле. Оп Мр также показал повышенные значения на низких фонах от 2,92 до 2,95 мг-экв/100 г, однако на фоне 5 N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> снижался до 2,02. Наиболее стабильные и умеренные показатели среди отцовских компонентов отмечены у Оп Фа 1,88–2,42 мг-экв/100 г.

Среди гибридов наилучшие (наиболее низкие) показатели щелочности демонстрирует гибрид Луч – от 2,03 до 2,45 мг-экв/100 г. Гибрид Крокус характеризуется стабильными значениями в пределах 2,22–2,65 мг-экв/100 г. Первомайский показал наиболее высокие среди гибридов значения 2,13–2,99 мг-экв/100 г.

Материнские линии в целом характеризуются более низкой щелочностью по сравнению с отцовскими, что делает их ценными компонентами при создании гибридов с высокими технологическими качествами. Среди отцовских линий Оп Фа выделяется стабильно умеренными показателями, тогда как Оп 6279 и Оп Мр на отдельных фонах превышают технологически допустимый уровень щелочности. Гибрид Луч сочетает низкую щелочность с высокой урожайностью и сахаристостью, что подтверждает его технологическую ценность.

В ходе трехфакторного дисперсионного анализа оценено влияние трех основных факторов – года, генотипа, фона минерального питания (уровни NPK), а также их двойных и тройного взаимодействий – на содержание щелочности в корнеплодах сахарной свеклы. Значительная часть вариации осталась необъясненной – остаточная (случайная) дисперсия достигла 47,4 %

(таблица 8), тогда как в общую структуру модели были включены все возможные комбинации рассматриваемых факторов.

Таблица 8 – Результаты дисперсионного анализа показателя щелочность в корнеплодах сахарной свеклы

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	2,29	8,98	0,01	2,6
Между генотипами	8	3,57	13,99	0,07	12,6
Между фонами	4	3,56	13,97	0,04	7,0
Год × генотип	16	1,73	6,79	0,09	16,8
Год × фон	8	0,79	3,11	0,02	3,4
Генотип × фон	32	0,37	1,43	0,00	0,0
Год × генотип × фон	34	0,43	1,67	0,05	10,2
Остаточная	315	0,25	–	0,25	47,4

Согласно результатам, представленным в таблице 8, наибольший вклад в вариацию признака вносит взаимодействие «год × генотип» 16,8%, что свидетельствует о различной стабильности генотипов в меняющихся погодных условиях. Доля генотипического фактора в формировании показателя щелочности составляет 12,6%, что свидетельствует о существенной роли наследственной природы данного признака. Минеральное питание вносит относительно небольшой, но заметный вклад – порядка 7,0%, что, по всей видимости, обусловлено присутствием в составе удобрений ионов калия и натрия. Выявленное трехфакторное взаимодействие между годом исследования, генотипом и агрофоном (10,2%) наглядно демонстрирует, что подбор системы питания растений должен осуществляться с учетом как генетических особенностей возделываемой культуры, так и складывающихся погодных условий вегетационного периода.

Прямое влияние года невелико – 2,6%, однако его роль усиливается через взаимодействия. Взаимодействие «генотип × фон» отсутствует (0,0%), то есть все генотипы реагируют на удобрения сходным образом по показателю щелочность.

Обобщающим критерием технологической ценности изучаемых генотипов выступает выход сахара, отражающий реальное количество получаемого продукта с единицы сырья (таблица 9).

Таблица 9 – Выход сахара у растений сахарной свеклы, %

Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5	Интервал колебания
Первомайский	15,81	15,78	14,97	15,44	15,37	14,97 +0,84
МС (27038x12126)	14,10	13,95	14,20	13,75	13,91	13,75 +0,45
Оп 6279	15,17	14,92	14,40	14,46	14,84	14,40 +0,77
Крокус	15,72	15,34	14,91	14,95	15,41	14,91 +0,81
МС 12169	13,75	14,29	13,47	13,79	13,50	13,47 +0,82
Оп Фа	14,79	14,65	14,25	15,05	14,51	14,25 +0,80
Луч	15,94	15,63	15,40	15,45	15,76	15,40 +0,54
МС (11348x11301)	13,84	13,31	12,76	13,46	13,81	12,76 +1,08
Оп Мр	15,49	15,14	14,97	16,04	15,83	14,97 +1,07

\*Примечание: фон-1 (контроль без удобрений); фон-2 N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; фон-3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; фон-4: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; фон-5: N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;

Рассматривая данную таблицу относительно материнских линий видно, что минимальное значение среди материнских линий составило 12,76% (МС 11348×11301, Фон 3), максимальное – 14,29% (МС 12169, Фон 2). Диапазон варьирования признака составляет 1,53%, что указывает на существенную чувствительность материнских компонентов к изменению агроэкологических условий. Наиболее низкую стабильность продемонстрировала линия МС (11348×11301), у которой амплитуда колебаний выхода сахара по фонам составила 1,08%, тогда как МС 12169 показала относительно выровненные значения при варьировании в пределах 0,82%.

Среди отцовских линий отмечен более высокий потенциал формирования выхода сахара. Минимальное значение среди отцовских линий зафиксировано на уровне 14,25% (Оп Фа, Фон 3), максимальное – 16,04% (Оп Мр, Фон 4), при диапазоне варьирования 1,79%. Линия Оп Мр выделилась не только наивысшим абсолютным показателем выхода сахара, но и выраженной положительной реакцией на повышение уровня минерального питания, что подтверждает ее перспективность в качестве отцовского компонента при создании гибридов с улучшенными технологическими характеристиками.

Среди изучаемых гибридов первого поколения, минимальное значение составило 14,91% (Крокус, Фон 3), максимальное – 15,94% (Луч, Фон 1), при диапазоне варьирования 1,03%. Гибрид Луч отличался наибольшей стабильностью признака (амплитуда колебаний 0,54%), сохраняя высокие показатели на всех изученных фонах. Гибрид Крокус проявил повышенную пластичность, реагируя на изменение условий питания колебаниями выхода сахара в пределах 0,81%. Гибрид Первомайский также показал выровненную динамику (14,97–15,81%), подтверждая свою адаптивность к различным уровням минерального обеспечения.

Таблица 10 – Результаты дисперсионного анализа выхода сахара у растений сахарной свеклы

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	31,59	57,44	0,21	11,7
Между генотипами	8	33,26	60,47	0,65	37,1
Между фонами	4	4,09	7,44	0,04	2,2
Год × генотип	16	2,76	5,02	0,13	7,5
Год × фон	8	5,95	10,82	0,18	10,2
Генотип × фон	32	0,73	1,33	0,00	0,0
Год × генотип × фон	34	0,69	1,25	0,00	0,0
Остаточная	315	0,55	–	0,55	31,2

Таблица 10 дисперсионного анализа показывает, что наибольшее влияние на выход сахара оказывают генотипы – их вклад составляет 37,1%. Вторым по значимости фактором является взаимодействие «год × фон» (10,2%), что указывает на различную реакцию генотипов на фоны минерального питания в зависимости от погодных условий.

Влияние самих фонов удобрений незначительно – всего 2,2%, и взаимодействие «генотип × фон» статистически несущественно, то есть реакция генотипов на изменение фона минерального питания была однородной. Остаточная изменчивость составляет 31,2%, что типично для полевых опытов.

Не менее важным показателем, непосредственно определяющим эффективность промышленной переработки, являются потери сахара в мелассе, отражающие долю сахарозы, безвозвратно теряемую с отходами производства. Данные по этому показателю представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Потери сахара в мелассе у растений родительских линий и гибридов сахарной свеклы, %

Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5	Интервал колебания
Первомайский	1,63	1,60	1,59	1,69	1,78	1,59 +0,19
МС (27038x12126)	1,94	1,83	2,03	2,03	2,06	1,83 +0,23
Оп 6279	1,72	1,58	1,59	1,72	1,81	1,58 +0,23
Крокус	1,58	1,58	1,48	1,60	1,66	1,48 +0,18
МС 12169	2,09	1,91	1,89	2,18	2,26	1,89 +0,37
Оп Фа	1,60	1,59	1,73	1,60	1,68	1,59 +0,14
Луч	1,75	1,57	1,54	1,68	1,79	1,54 +0,25
МС (11348x11301)	2,33	2,22	2,01	2,09	2,34	2,01 +0,33
Оп Мр	1,41	1,34	1,46	1,37	1,49	1,34 +0,15

\*Примечание: фон-1 (контроль без удобрений); фон-2 N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; фон-3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; фон-4: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; фон-5: N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;

Согласно данным таблицы 11, среди материнских линий минимальное значение составило 1,83% (МС 27038×12126, Фон 2), максимальное – 2,34% (МС 11348×11301, Фон 5). Наиболее высокие потери продемонстрировала линия МС (11348×11301), у которой значения колебались в пределах 2,01–2,34%, тогда как МС (27038×12126) показала относительно более стабильные результаты с амплитудой 0,23%.

Среди отцовских линий минимальное значение зафиксировано у Оп Мр, Фон 2 – 1,34% , максимальное – 1,81% (Оп 6279, Фон 5). Линия Оп Мр, обеспечила наименьшие потери сахара во всех изученных условиях (1,34–1,49%), что подтверждает ее высокую технологическую ценность и перспективность использования в качестве отцовского компонента при создании гибридов.

Минимальное значение среди гибридов составило 1,48% (Крокус, Фон 3), максимальное – 1,79% (Луч, Фон 5). Гибрид Крокус отличался наименьшими потерями сахара и высокой стабильностью признака, сохраняя низкие значения на всех фонах минерального питания. Гибрид Луч проявил умеренную пластичность (диапазон 0,25%), тогда как Первомайский показал выровненную динамику с потерями в пределах 1,59–1,78%.

Для оценки достоверности выявленных различий и определения вклада изучаемых факторов в изменчивость потерь сахара в мелассе был проведен дисперсионный анализ, результаты которого представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Результаты дисперсионного анализа потерь сахара в мелассе у растений сахарной свеклы

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	0,72	14,47	0,01	4,7
Между генотипами	8	3,20	64,07	0,01	5,7
Между фонами	4	0,49	9,87	0,01	5,1
Год × генотип	16	0,45	9,01	0,02	25,1
Год × фон	8	0,26	5,29	0,01	7,0
генотип × фон	32	0,06	1,15	0,00	0,0
Год × генотип × фон	34	0,05	1,09	0,00	0,0
Остаточная	315	0,05	–	0,05	52,4

Исходя из данных таблицы 12, наибольший вклад в вариацию потерь сахара вносит взаимодействие «год × генотип» (25,1%), что свидетельствует о различной реакции генотипов на изменчивость погодных условий. Среди отдельных факторов статистически значимыми оказались годы (4,7%), генотипы (5,7%) и фоны удобрений (5,1%), хотя влияние последнего умеренно. Все испытанные генотипы проявляют одинаковую реакцию на уровни минерального питания – об этом свидетельствует отсутствие статистически значимого взаимодействия «генотип × фон». Остаточная дисперсия составляет 52,4% доли влияния, что является типичным показателем для полевых исследований.

### 3.4 Минеральный состав корнеплодов сахарной свеклы

Одной из современных задач селекции считается создание генетических форм сахарной свеклы, устойчивых к стрессовым факторам среды и способных поддерживать оптимальный минеральный баланс даже при интенсивном применении минеральных удобрений.

Минеральный состав корнеплодов сахарной свеклы влияет не только на вегетативное развитие растения, но и на его технологические качества.

Данная проблема является актуальной в настоящее время. Так как наблюдается тенденция к переходу к интенсивным технологиям возделывания сахарной свеклы, при использовании которых усложняется поддержание сбалансированной реакции на минеральное питание и их влияние на технологические качества корнеплодов.

Избыточное накопление калия в корнеплодах сахарной свеклы негативно сказывается на эффективности сахарного производства, так как возрастают потери сахара в мелассе, а выход белого сахара заметно сокращается. Именно поэтому данный элемент рассматривается как один из важнейших критериев оценки технологического качества корнеплодов сахарной свеклы. В таблице 13 представлены результаты исследований за 2023–2025 гг. по содержанию калия у селекционного материала сахарной свеклы на 5 фонах минерального питания.

Таблица 13 – Среднее содержание калия в корнеплодах сахарной свеклы за 2023–2025 гг., ммоль/100 г.

Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5	Интервал колебания
Первомайский	4,60	4,59	4,57	4,61	4,74	4,59 +0,15
МС (27038x12126)	4,85	4,77	4,75	4,78	5,08	4,75 +0,33
Оп 6279	4,58	4,25	4,47	4,70	4,99	4,25 +0,74
Крокус	4,07	4,14	3,79	4,00	4,18	3,79 +0,39
МС 12169	5,76	5,51	5,44	5,73	5,81	5,44 +0,37
Оп Фа	4,03	3,97	3,83	3,67	4,03	3,67 +0,36
Луч	4,25	4,07	3,92	4,05	4,42	3,92 +0,5
МС (11348x11301)	6,02	5,55	5,04	5,31	5,80	5,04 +0,98
Оп Мр	3,62	3,63	3,83	3,36	3,73	3,36 +0,47

\*Примечание: фон-1 (контроль без удобрений); фон-2 N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; фон-3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; фон-4: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; фон-5: N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;

В ходе анализа данных таблицы 13, установлено, что диапазон варьирования среднего содержания калия в корнеплодах сахарной свеклы за

2023–2025 гг. составляет от 3,36 до 6,02 ммоль/100 г. Среди материнских линий минимальное содержание калия зафиксировано у МС (27038×12126) на фоне 3 – 4,75 ммоль/100 г, а максимальное содержание у линии МС (11348×11301) на Фоне 1 – 6,02 ммоль/100 г.

Среди отцовских линий минимальное значение зафиксировано у Оп Мр на Фоне 4 – 3,36 ммоль/100 г, а максимальное значение составляет 4,99 ммоль/100 г и отмечено оно у Оп 6279 на Фоне 5.

Среди гибридов минимальное содержание калия составило 3,79 ммоль/100 г (Крокус, Фон 3), максимальное значение зафиксировано у гибрида Первомайский на Фоне 5 и составляет 4,74 ммоль/100 г..

Результаты дисперсионного анализа, представленные в таблице 14, свидетельствуют о том, что обнаруженные расхождения в концентрации калия являются статистически достоверными.

Таблица 14 – Результаты дисперсионного анализа содержание калия в корнеплодах растений сахарной свеклы

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	16,73	78,13	0,11	11,6
Между генотипами	8	24,40	113,95	0,48	50,9
Между фонами	4	1,76	8,24	0,02	1,8
Год x генотип	16	2,03	9,48	0,11	11,5
Год x фон	8	0,80	3,74	0,02	2,1
Генотип x фон	32	0,26	1,21	0,00	0,0
Год x генотип x фон	34	0,25	1,19	0,00	0,0
Остаточная	315	0,21	–	0,21	22,1

Таблица 14 показывает, что наибольшее влияние на содержание калия в корнеплодах оказывают генотипы – их вклад составляет 50,9% при высоком значении критерия Фишера ( $F = 113,95$ ), что свидетельствует о статистической достоверности различий. Вторым по значимости фактором является взаимодействие «год × генотип» (11,5%), указывающее на разную

реакцию генотипов на погодные условия. Влияние фонов минерального питания незначительно – всего 1,8%, а взаимодействие «генотип × фон» статистически несущественно ( $F = 1,21$ ) то есть реакция генотипов на удобрения была однородной. Остаточная дисперсия – 22,1%, что типично для полевых условий.

Содержание натрия в корнеплодах сахарной свеклы – ключевой технологический показатель, напрямую влияющий на качество переработки. Высокий уровень натрия способствует – повышению щелочности сока, снижению эффективности очистки, увеличению потерь сахара в мелассе, ухудшению выхода кристаллического сахара.

С увеличением доз минеральных удобрений практически у всех селекционных материалов наблюдается увеличение содержания натрия в корнеплодах сахарной свеклы. Из-за чего происходит нарушение ионного баланса и конкурентное поглощение катионов. Отдельные селекционные материалы проявляют низкий уровень накопления натрия даже при высоких фонах минерального питания, что является положительным признаком для селекционного процесса.

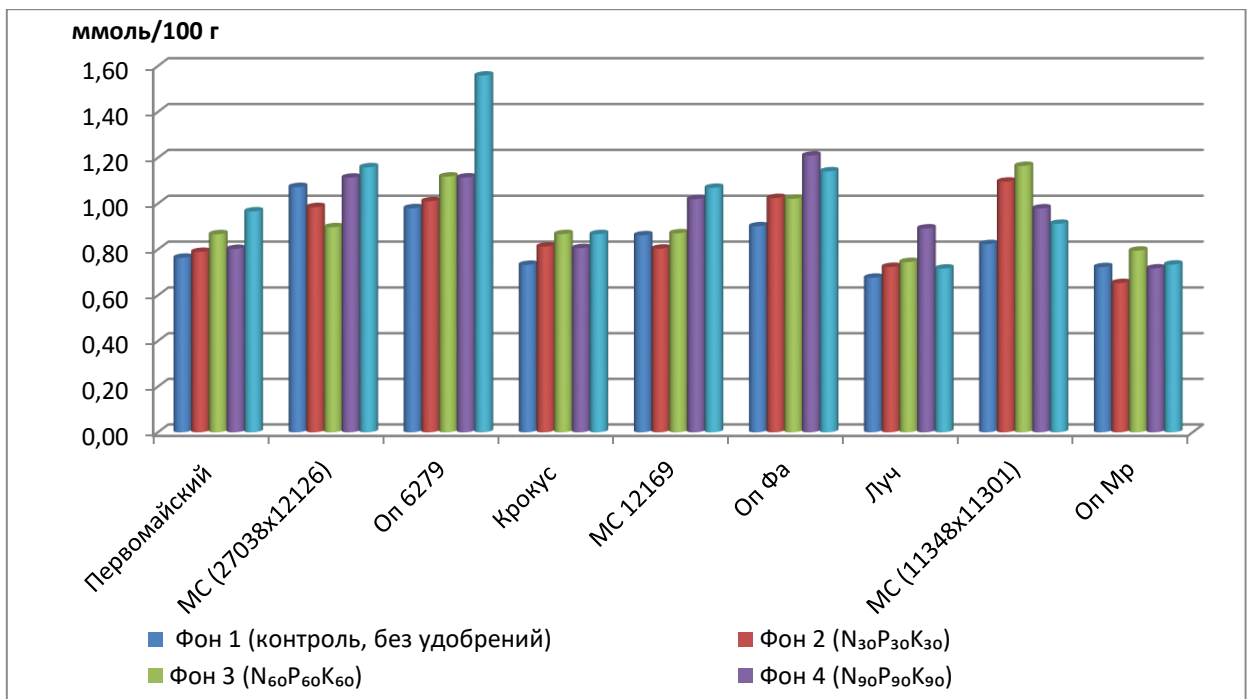


Рисунок 24 – Среднее содержание натрия в корнеплодах сахарной свеклы за 2023–2025гг, ммоль/100 г

Согласно данным рисунка 24 видно, что материнские линии МС (27038×12126) и МС 12169 демонстрировали наибольшие показатели – 1,16 и 1,07 ммоль/100 г соответственно, причем пиковые значения фиксировались на максимальном фоне минерального питания (фон 5). Наивысшая концентрация натрия у МС (11348×11301) составляет 1,16 ммоль/100 г на фоне 3 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>).

Отцовские линии также, как и материнские линии, проявили разнонаправленную динамику накопления натрия в корнеплодах. Оп 6279 и Оп Фа характеризовались высоким содержанием натрия на фоне 5 их содержание составило 1,56 и 1,14 ммоль/100 г соответственно. А Оп Мр сохранял низкие, стабильные значения, которые варьировали в диапазоне от 0,65 до 0,79 ммоль на 100 г.

Гибриды – Первомайский, Крокус, Луч характеризовались стабильно низким содержанием натрия в корнеплодах сахарной свеклы, варьирующим от 0,68 до 0,97 ммоль/100 г, что подтверждает их высокое технологическое качество. При этом гибрид Луч демонстрировал минимальные показатели в диапазоне от 0,68 до 0,89 ммоль/100 г, тогда как Крокус сохранял умеренный уровень от 0,73 до 0,87 ммоль/100 г на всех фонах минерального питания.

Достоверность выявленных различий по содержанию натрия подтверждена результатами дисперсионного анализа, представленными в таблице 15.

Таблица 15– Результаты дисперсионного анализа содержание натрия в корнеплодах растений сахарной свеклы

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	5,54	87,74	0,04	24,7
Между генотипами	8	1,11	17,55	0,02	14,2
Между фонами	4	0,42	6,68	0,01	2,7
Год × генотип	16	0,30	4,78	0,01	9,7
Год × фон	8	0,27	4,34	0,01	4,7
Генотип × фон	32	0,11	1,69	0,01	3,4
Год × генотип × фон	34	0,07	1,12	0,00	0,0
Остаточная	315	0,06	–	0,06	40,6

Результаты дисперсионного анализа показали, что наибольшее влияние на содержание натрия в корнеплодах оказывают межгодовые различия – их вклад составляет 24,7% при высоком значении критерия Фишера ( $F = 87,74$ ), что указывает на сильное воздействие погодных условий. Значимый, но меньший вклад вносит генотипическая изменчивость («между генотипами») – 14,2% ( $F = 17,55$ ), а также взаимодействие «год × генотип» – 9,7%, свидетельствуя о различной реакции генотипов на изменение климатических условий. Влияние фонов минерального питания незначительно – всего 2,7%, и взаимодействие «генотип × фон» статистически незначительно ( $F = 1,69$ ), что говорит об отсутствии дифференцированной реакции генотипов на уровни удобрений.

Завершив анализ содержания основных мелассообразующих элементов, перейдем к рассмотрению еще одного важного физического показателя качества корнеплодов – содержания влаги, которое определяет выход сухого вещества и, соответственно, потенциальную сахаристость сырья (рисунок 25).

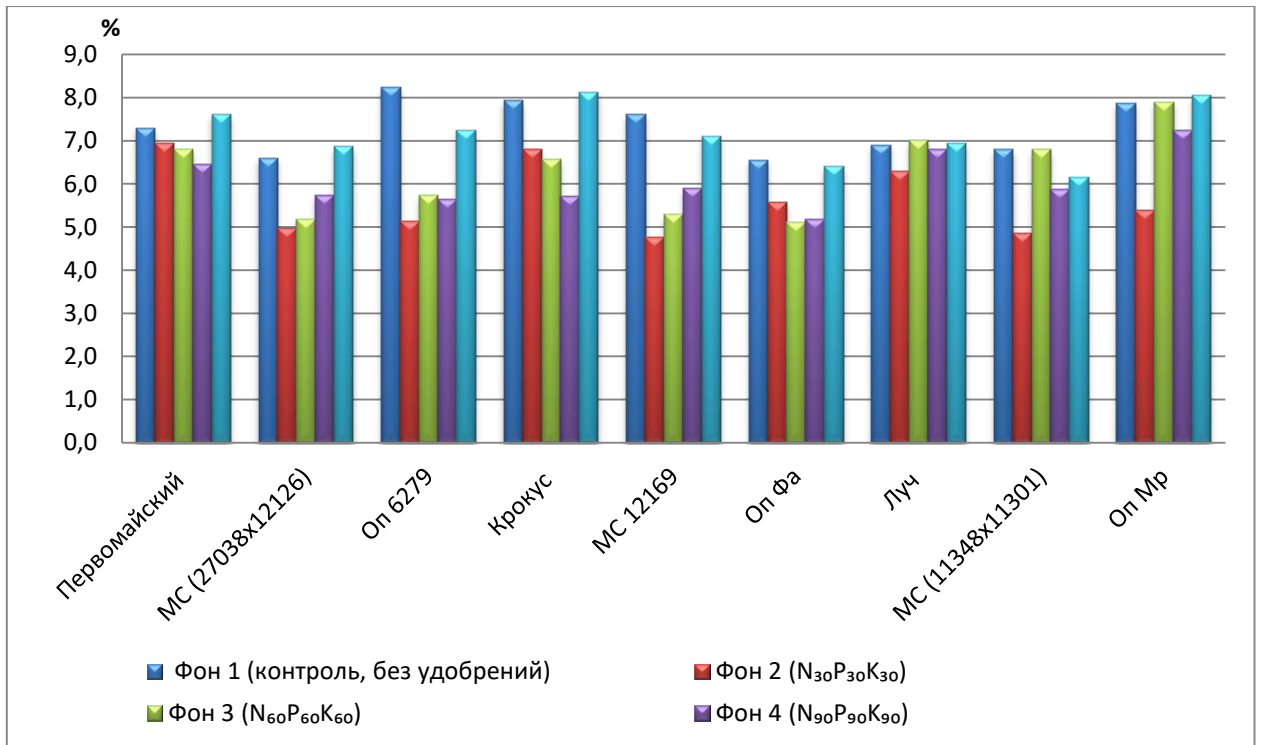


Рисунок 25 – Среднее содержание влаги в корнеплодах растений сахарной свеклы за 2023–2025гг, %

Материнские линии (МС) различаются по способности накапливать сухое вещество. Наименьшее содержание влаги (наиболее предпочтительное) отмечено у МС (27038×12126) – от 4,97 до 6,87 %. Линия МС 12169 также показала низкие значения 4,75–7,60 %. А МС (11348×11301) варьировала от 4,85 до 6,80 %, наименьшее значение у всех материнских линий зафиксировано на фоне 2.

Отцовские линии (Оп) характеризуются более широким диапазоном значений относительно материнских линий. Наименьшее содержание влаги зафиксировано у Оп 6279 – от 5,14 до 8,23 %, минимальные значения отмечены на фонах 2–4. Оп Фа также показала низкую влажность 5,10–6,55 %. Оп Мр, напротив, характеризуется повышенным содержанием влаги 5,40–8,05 %, что технологически менее предпочтительно.

Среди гибридов наименьшее содержание влаги отмечено у гибрида Первомайский 6,45–7,60 % и Луч 6,30–7,00 %. Крокус показал несколько более высокие значения 5,70–8,13 %, при этом минимум зафиксирован на фоне 4 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>).

Рассмотрим содержание общего азота в корнеплодах, которое определяет обеспеченность растений этим элементом и влияет на формирование как урожайности, так и технологических показателей (рисунок 26).

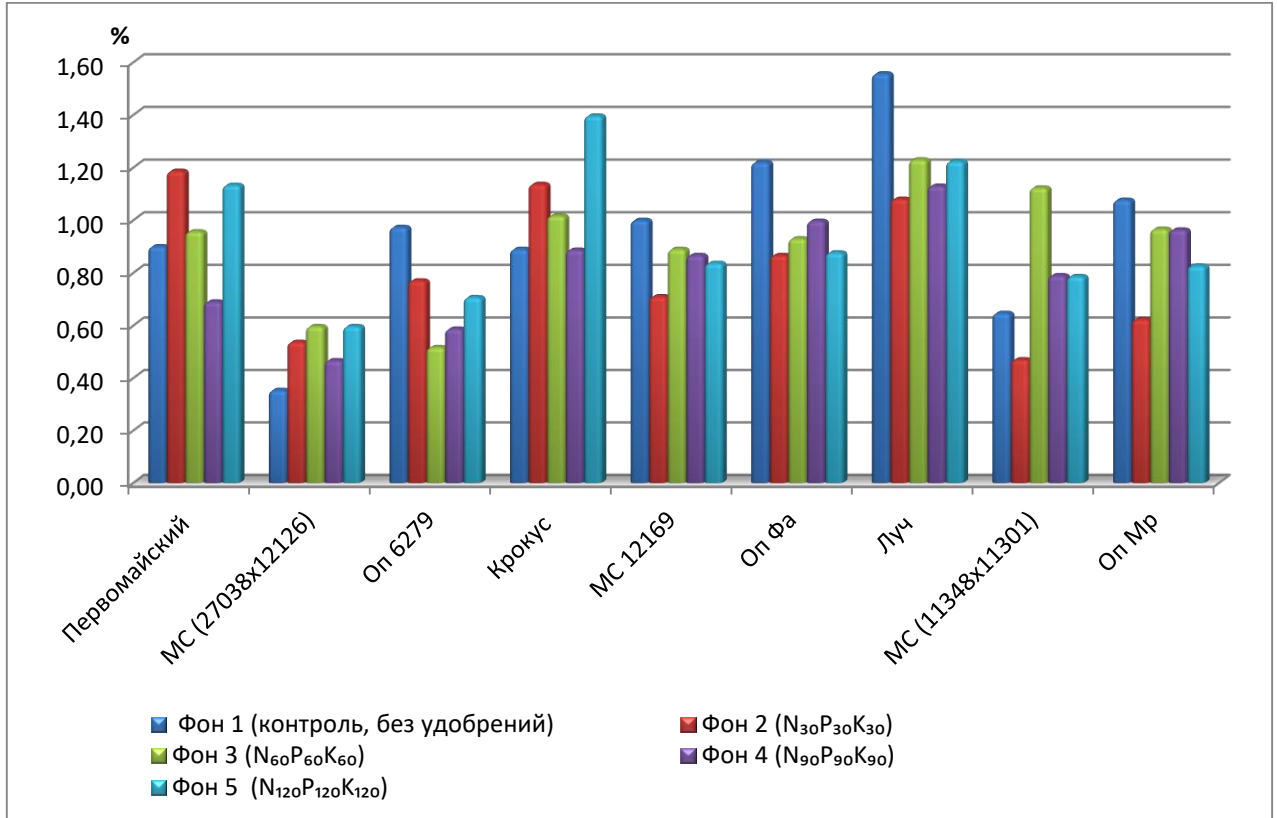


Рисунок 26 – Среднее содержание азота в корнеплодах растений сахарной свеклы за 2023–2025гг, %

Из рисунка 26 следует, что наименьшие значения содержания азота зафиксированы у МС (27038×12126) – от 0,35 до 0,60 %, с минимумом на контроле. Это технологически предпочтительный уровень, коррелирующий с ранее отмеченным высоким качеством данной линии по другим показателям. МС 12169 показала средние значения 0,71–1,00%. МС (11348×11301) варьировала от 0,47 до 1,12 %, наибольшее значение зафиксировано на фоне 3 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>).

Наименьшее содержание среди отцовских форм отмечено у Оп 6279 0,52–0,97 % с минимумом на фоне 3. Оп Фа показал относительно высокие

значения 0,87–1,22 %, с максимумом на контроле. Оп Mr варьировал от 0,62 до 1,08 %, причем наименьшие значения отмечены на фоне 2.

Среди гибридов наибольшее содержание азота зафиксировано у гибрида Луч – от 1,08 до 1,56 %. Крокус также показал повышенные значения азота 0,89–1,40 %, с максимумом на фоне 5, а гибрид Первомайский варьировал от 0,69 до 1,19 %, с наибольшим значением на фоне 2.

Наименьшее содержание общего азота (технологически предпочтительное) наблюдается у материнской линии МС (27038×12126) на всех фонах питания. Отцовские линии Оп 6279 и Оп Mr также характеризуются умеренными значениями. Гибриды Луч и Крокус, напротив, накапливают повышенное количество азота, что требует контроля при оценке их технологических качеств, особенно на высоких фонах минерального питания.

Наряду с азотом, важным элементом минерального питания, влияющим на формирование урожайности и технологических качеств корнеплодов, является фосфор. Рассмотрим содержание этого элемента в изучаемых генотипах (рисунок 27).

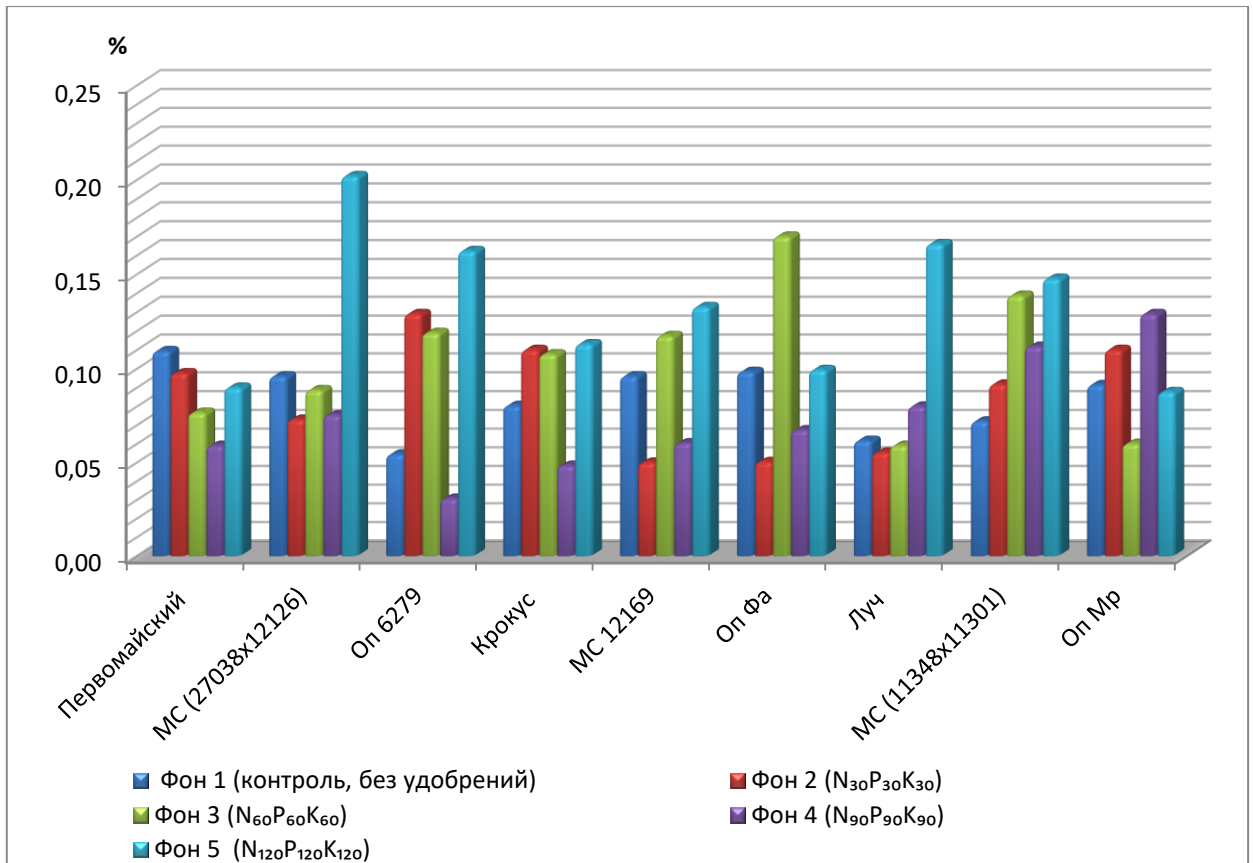


Рисунок 27 – Среднее содержание фосфора в корнеплодах растений сахарной свеклы за 2023–2025гг, %

Среди материнских линий минимальная концентрация фосфора составляет – 0,050% наблюдалась у материнской линии МС 12169 на фоне 2, а максимальное содержание 0,202% – у материнской линии МС (27038×12126) на фоне 5.

Отцовские линии характеризовались максимальным накоплением фосфора 0,170 % у линии Оп Фа на фоне 3 (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>), тогда как минимальный показатель 0,030% зарегистрирован у линии Оп 6279 на фоне 4 (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>).

Среди гибридов минимальное содержание фосфора 0,048 % отмечено у гибрида Крокус на фоне 4, тогда как максимальное значение 0,166% зафиксировано у гибрида Луч на фоне максимального применения минеральных удобрений (N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>).

Так же немало важным элементом, определяющим качество сырья, является калий, содержание которого в изучаемых генотипах представлено на рисунке 28.

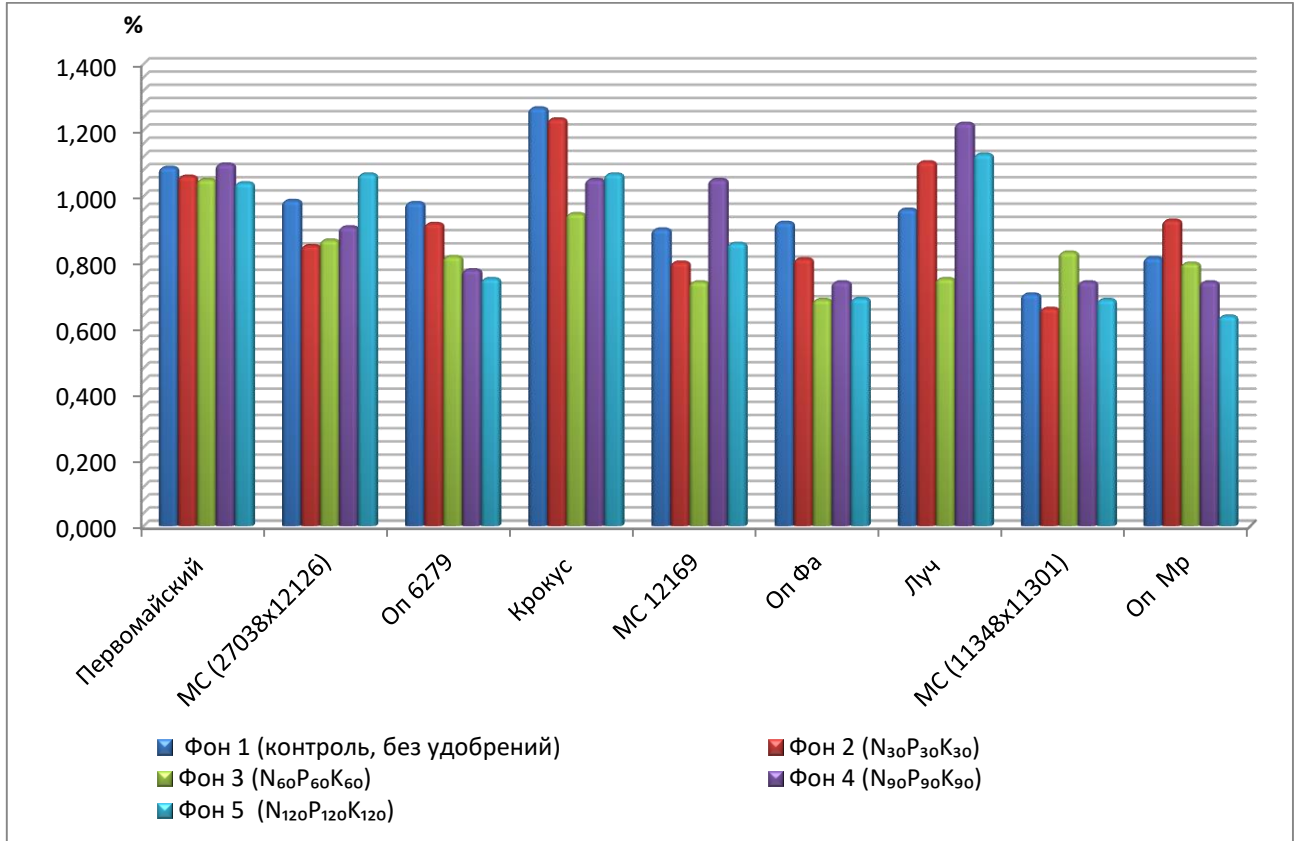


Рисунок 28 – Среднее содержание калия в корнеплодах растений сахарной свеклы за 2023–2025 гг, %

Из рисунка 28 видно, что линия МС (27038×12126) повышает содержание калия на высоком фоне – 1,07% при N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>. МС 12169 достигает максимума на фоне N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> – 1,05%, а МС (11348×11301) отличается низким содержанием калия с заметным снижением при увеличении доз удобрений.

У отцовских линий наблюдается отрицательная реакция на повышение уровня минерального питания, выражающаяся в снижении содержания калия в корнеплодах. Так, линия Оп Мр показала снижение данного показателя с 0,81% до 0,64%. Так же выраженное снижение данного показателя отмечено и у линии Оп 6279 – с 0,98% до 0,75%. А линия Оп Фа отличается стабильно

низкими значениями содержания калия, которые варьируются в пределах 0,69–0,92% независимо от применяемого варианта минерального питания. Выявленные различия в накоплении калия между изученными селекционными материалами сахарной свеклы носят генотипический характер, что необходимо принимать во внимание при формировании родительских пар в процессе создания новых гибридов сахарной свеклы.

Анализируя содержание калия среди гибридов, можно отметить существенные различия в характере накопления данного элемента в зависимости от условий минерального питания. Гибрид Крокус показал максимальное содержание калия на контрольном варианте – 1,27%, но на остальных фонах минерального питания данный показатель варьирует в диапазоне 0,95–1,07%. Содержание калия у гибрида Луч находится в пределах 0,75% – 1,22%, что указывает на его высокую адаптивность. Гибрид Первомайский характеризуется равномерным накоплением калия в корнеплодах – от 1,04 до 1,10%.

### **3.5 Влияние условий года и фона минерального питания на густоту и урожайность сахарной свеклы. Корреляционный анализ**

Продуктивность сахарной свеклы формируется под воздействием комплекса факторов, среди которых ключевую роль играют метеорологические условия вегетационного периода и уровень обеспеченности растений элементами минерального питания. Изучение влияния фона минерального питания в сочетании с погодными условиями разных лет позволяет выявить оптимальные параметры густоты стояния растений, обеспечивающие максимальную реализацию продукционного потенциала современных гибридов сахарной свеклы.

Ниже в таблицах представлены результаты, характеризующие влияние фона минерального питания на формирование густоты стояния растений, которая служит комплексным критерием оценки полевой всхожести и выживаемости, а также на урожайность корнеплодов – ключевой показатель

продуктивности изучаемых родительских компонентов и гибридов сахарной свеклы.

Таблица 16 – Среднее значение густоты стояния растений сахарной свеклы за 2023–2025 г. тыс. шт./га

Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5	Интервал колебания
Первомайский	106	107	104	102	103	102 +5
МС (27038x12126)	110	111	92	99	105	92 +19
Оп 6279	103	104	101	97	103	97 +7
Крокус	105	111	121	116	112	105 +16
МС 12169	107	106	111	109	111	106 +5
Оп Фа	98	98	103	78	95	78 +25
Луч	98	105	106	113	105	98 +15
МС (11348x11301)	106	112	87	105	99	87 +25
Оп Мр	118	97	89	98	100	89 +29

\*Примечание: фон-1 (контроль без удобрений); фон-2 N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; фон-3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; фон-4: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; фон-5: N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;

В ходе анализа данных таблицы 16, характеризующих густоту стояния растений сахарной свеклы за период 2023–2025 гг., установлены следующие показатели по группам селекционного материала.

Среди материнских линий (МС) минимальная густота стояния растений составила 87 тыс. шт/га (МС 11348×11301, Фон 3), максимальное значение зафиксировано у МС (11348×11301) на Фоне 2 и составляет 112 тыс. шт/га. Диапазон варьирования признака в данной группе составил от 87 до 112 тыс. шт/га.

Среди отцовских линий (Оп) минимальное значение зафиксировано у Оп Фа на Фоне 4 и составляет 78 тыс. шт/га, максимальное значение отмечено у Оп Мр на Фоне 1 и составляет 118 тыс. шт/га. Диапазон варьирования в группе отцовских линий составил от 78 до 118 тыс. шт/га.

Среди гибридов минимальная густота стояния растений составила 98 тыс. шт/га (Луч, Фон 1), максимальное значение зафиксировано у Крокуса

на Фоне 3 и составляет 121 тыс. шт/га. Диапазон варьирования признака среди гибридов составил от 98 до 121 тыс. шт/га. В целом густота стояния растений варьировала в диапазоне от 78 до 121 тыс. шт/га.

Результаты дисперсионного анализа густоты представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Результаты дисперсионного анализа густоты стояния растений сахарной свеклы

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	412190,77	4085,41	2747,27	94,4
Между генотипами	8	423,23	4,19	6,45	0,2
Между фонами	4	243,65	2,41	1,59	0,1
Год × генотип	16	292,90	2,90	11,52	0,4
Год × фон	8	311,64	3,09	7,03	0,2
Генотип × фон	32	183,50	1,82	8,26	0,3
Год × генотип × фон	34	193,64	1,92	27,83	1,0
Остаточная	315	100,89	–	100,89	3,5

Густота сахарной свеклы в подавляющей степени определяется годом проведения испытаний, вклад которого составляет 94,4 % общей изменчивости. Это свидетельствует о высокой чувствительности формирования густоты к метеорологическим условиям вегетационного периода (осадки, температурный режим, весенние заморозки).

Влияние генотипа (0,2 %), фона минерального питания (0,1 %) и всех типов взаимодействий – незначительно (суммарно менее 2 %). Несмотря на статистическую значимость некоторых F–критериев (например,  $F = 4,19$  для генотипа), их практическая роль минимальна.

Остаточная изменчивость составляет всего 3,5 %, что подтверждает высокую точность эксперимента и достоверность оценки влияния года.

Дополнением к характеристике густоты стояния служат данные по урожайности корнеплодов сахарной свеклы, позволяющие оценить продуктивный потенциал изучаемых форм в зависимости от условий

минерального питания. Соответствующие результаты за 2023–2025 гг. приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Урожайность корнеплодов сахарной свеклы, т/га

Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5	Интервал колебания
Первомайский	45,5	51,7	52,3	52,8	57,2	45,5 +11,7
МС (27038x12126)	30,5	31,4	34,7	35,5	39,8	30,5 +9,3
Оп 6279	29,3	32,7	36,5	41,5	43,9	29,3 +14,6
Крокус	44,3	51,7	51,9	55,1	59,2	44,3 +14,9
МС 12169	33,4	35,1	37,8	41,0	44,3	33,4 +10,9
Оп Фа	22,6	27,3	31,0	31,6	42,2	22,6 +19,6
Луч	48,7	52,2	55,2	59,0	67,1	48,7 +18,4
МС (11348x11301)	26,4	27,2	30,0	30,9	33,1	26,4 +6,+7
Оп Мр	26,0	27,9	30,2	31,7	32,8	26,0 +6,8

\*Примечание: фон-1 (контроль без удобрений); фон-2 N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub>; фон-3: N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>; фон-4: N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; фон-5: N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>;

Минимальное значение урожайности среди материнских форм составило 26,4 т/га (МС 11348×11301, Фон 1), максимальное – 44,3 т/га (МС 12169, Фон 5). Диапазон варьирования признака оставил от 26,4 до 44,3 т/га. При этом линия МС 12169 продемонстрировала наиболее выраженный положительный отклик на повышение уровня минерального питания, увеличив урожайность на 10,9 т/га при переходе от Фона 1 к Фону 5. Линия МС (11348×11301) отличалась наименьшей продуктивностью, но при этом показала относительную стабильность с амплитудой колебаний 6,7 т/га.

Среди отцовских линий минимальное значение зафиксировано у Оп Фа на Фоне 1 и составляет 22,6 т/га, максимальное – у Оп 6279 на Фоне 5 и достигает 43,9 т/га. Диапазон варьирования среди отцовских линий составил от 22,6 до 43,9 т/га. Линия Оп 6279 проявила высокую пластичность, увеличивая урожайность на 14,6 т/га при усилении фона питания, тогда как Оп Мр характеризовалась наибольшей стабильностью (диапазон 6,8 т/га),

однако с более низким абсолютным уровнем продуктивности. Линия Оп Фа показала наибольший интервал колебаний по показателю урожайности 19,6 т/га, что указывает на его высокую чувствительность к фонам минерального питания.

Среди изучаемых гибридов сахарной свеклы урожайность варьировала от 44,3 до 67,1 т/га. Минимальная урожайность зафиксирована у гибрида Крокус на фоне 1 – 44,3 т/га, а максимальное значение принадлежит гибриду Луч – 67,1 т/га на фоне 5. На всех исследуемых фонах гибрид Первомайский демонстрировал неизменно высокие результаты, а колебания продуктивности оставались в пределах 11,7 т/га, что свидетельствует о равномерном формировании урожая.

Широкий диапазон урожайности корнеплодов от 22,6 до 67,1 т/га демонстрирует, насколько значительную роль в формировании продуктивности сахарной свеклы играют генотипические особенности культуры и условия минерального питания. Результат зависит не только от каждого фактора по отдельности, но и от того, как они сочетаются друг с другом.

Урожайность наглядно показывает, насколько по-разному родительские линии и гибриды сахарной свеклы способны адаптироваться к изменяющимся условиям минерального питания. Изучаемые линии по-разному реагируют на фоны минерального питания, поэтому краткая их характеристика представлена в следующем заключении:

Линия	Характеристика
Оп 6279 Оп Фа МС (27038×12126)	Проявляют высокую пластичность при выращивании с применением минеральных удобрений. Способны увеличивать продуктивность в 2-3 раза относительно контрольного варианта
Оп Мр	Проявляет зависимость от уровня минерального питания
МС 12169 МС (11348×11301)	Проявляют стабильность на средних фонах минерального питания.

Результаты дисперсионного анализа иллюстрируют достоверные различия между генотипа растений сахарной свеклы, выращенных на различных режимах минерального питания (таблица 19).

Таблица 19 – Итоги дисперсионного анализа продуктивности корнеплодов сахарной свеклы за 2023–2025 гг.

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	2438,10	1492,88	16,24	71,3
Между генотипами	8	157,46	96,42	3,12	13,7
Между фонами	4	53,81	32,95	0,58	2,5
Год × генотип	16	22,04	13,49	1,22	5,4
Год × фон	8	2,54	1,56	0,00	0,0
Генотип × фон	32	1,02	0,62	0,00	0,0
Год × генотип × фон	64	0,74	0,45	0,00	0,0
Остаточная	315	1,63	–	1,63	7,2

На основе данных, представленных в таблице 19, видно, что доля влияния изменчивости «между годами» составляет 71,3% т.е. влияние погодных условий вносят значительный процент влияния на продуктивность сахарной свеклы. На долю генетических факторов приходится около 13,7% от общей доли влияния факторов, подтверждая генотипические различия между селекционными материалами. Незначительная доля влияния условий минерального питания – 2,5 % служит подтверждением высокой адаптационной способности исследуемых генотипов. Доля влияния взаимодействия «год × генотип» в общую дисперсию признака не превысил 5,4 %, что, говорит о наличии специфической реакции каждого генотипа на климатические условия конкретных лет. Остаточная дисперсия составляет 7,2% и говорит о случайных отклонениях.

Результаты корреляционного анализа, представленные в таблице 20, подтверждают наличие взаимосвязи между элементами структуры урожая и технологическим качеством корнеплодов сахарной свеклы.

Таблица 20 – Корреляционный анализ взаимосвязи морфологических признаков и продуктивных характеристик селекционного материала сахарной свеклы

	Сахаристость	Урожайность	а-аминный азот	Щелочность	Густота	Выход сахара	Потери сахара	Калий	Натрий
Сахаристость	–	0,36			0,32	0,64			-0,18
Урожайность		0,67		-0,29	-0,36	0,35		-0,18	
а-аминный азот			–	-0,76		-0,22	0,63	0,41	0,21
Щелочность				–			-0,55	-0,20	-0,17
Густота					–	0,23	0,19	0,20	
Выход сахара						–	-0,39	-0,35	-0,38
Потери сахара							–	0,75	0,41
Калий								–	
Натрий									–

Результаты, представленные в таблице 20 показывают наличие достоверных связей между исследованными показателями, имеющих важное значение для селекционной практики и агротехники возделывания сахарной свеклы. Установлено, что уровень содержания сахара в корнеплодах сахарной свеклы прямо пропорционален выходу белого сахара (коэффициент корреляции  $r=0,64$ ), что обосновывает использование параметра сахаристости в качестве главного косвенного признака при отборе генотипов с улучшенными технологическими качествами.

Обратная связь между выходом чистого сахара и количеством меласобразующих компонентов подтверждается коэффициентом корреляции для щелочности  $r = -0,55$ , калия  $r = -0,35$ , натрия  $r = -0,38$ . Таким образом,

увеличение концентрации калия и натрия вместе с повышением уровня щелочности корнеплодов оказывает негативное влияние, снижая выход сахара.

Также отмечена четкая обратная связь между показателем щелочности и концентрацией  $\alpha$ -аминоазота в корнеплодах сахарной свеклы ( $r = -0,76$ ), что отражает сложное взаимодействие минеральных и азотсодержащих соединений, определяющее степень чистоты диффузионного сока. Параллельно установлена позитивная связь между содержанием  $\alpha$ -аминоазота и потерей сахара ( $r = 0,63$ ), указывающая на прямой негативный эффект от избыточного накопления азота в тканях растения на качество переработки сырья. Поэтому важно строго регулировать внесение азотных удобрений, чтобы минимизировать потери сахара при производстве.

Среди рассмотренных показателей наибольшее влияние на величину потерь сахара оказало содержание калия ( $r = 0,75$ ), в то время как аналогичный показатель для натрия был значительно ниже ( $r = 0,41$ ).

Слабая корреляция между густотой насаждения и технологическим качеством корнеплодов подтверждает, что в проведенном полевом опыте изменение густоты посева не приводит к значимым изменениям урожайности.

Данные исследования подтверждают необходимость проведения всестороннего анализа линий и гибридов сахарной свеклы, включающего оценку трех основных характеристик: повышенную сахаристость корнеплодов, пониженное количество веществ, образующих мелассу, и регулируемый показатель содержания  $\alpha$ -аминоазота. Подобный комплексный подход позволит стабильно получать большой объем высококачественного очищенного сахара и положительно скажется на экономических результатах производства этой сельскохозяйственной культуры.

Для изучения воздействия возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность и технологические качества селекционного материала сахарной свеклы применен  $t$ -критерий Стьюдента при сравнении средних значений исследуемых параметров. Результаты анализа, отражающие

признаки со статистически значимыми различиями между контролем (фон 1) и опытными вариантами с повышенными дозами питания, обобщены в таблице 21 за период 2023–2025 гг.

Таблица 21 – Статистически значимые различия (t-критерий) между средними значениями значимых признаков при сопоставлении контрольного фона (1) с фонами (3, 4 и 5) минерального питания 2023–2025 гг.

Признак	Первое среднее	Второе среднее	t-критерий
Фон 1 – 3			
Выход сахара	15,02	14,40	3,34**
Натрий	0,83	0,92	2,11*
Фон 1 – 4			
Урожайность	34,06	42,12	2,35*
Щелочность	2,50	2,22	2,82**
Натрий	0,83	0,96	2,65**
Фон 1 – 5			
Сахаристость	16,52	17,03	3,38**
Урожайность	6,16	8,29	3,56**
а-аминный азот	2,47	2,95	2,84**
Щелочность	2,50	2,04	4,83**
Натрий	0,83	1,03	3,40**

\*Примечание: \*  $p < 0,05$  – различия статистически значимы (вероятность случайной ошибки  $< 5\%$ ); \*\*  $p < 0,01$  – различия высоко значимы (вероятность случайной ошибки  $< 1\%$ ); \*\*\*  $p < 0,001$  – различия крайне высоко значимы (вероятность ошибки  $< 0,1\%$ ); (без звездочек)  $p \geq 0,05$  – различия не достоверны (могут быть случайными)

Как показывают результаты сравнительного статистического анализа, уровень минерального питания существенно влияет на степень изменчивости агрономически важных показателей. При сопоставлении контроля с фоном 3 достоверные различия зафиксированы лишь по двум показателям: выход белого сахара достоверно выше на контроле ( $t = 3,34^{**}$ ), тогда как содержание натрия (Na) значимо возрастает на фоне 3 ( $t = 2,11^{*}$ ). Увеличение интервалов внесения удобрений (при сравнении фонов с 1-го до 4-го) вызывает рост количества существенных отличий до четырех характеристик. Помимо устойчивых различий по содержанию натрия ( $t = 2,65^{**}$ ) и уровню щелочности ( $t = 2,82^{**}$ ), значительно возрастает урожайность ( $t = 2,35^{*}$ ).

При наиболее резком противопоставлении контрольного варианта максимальному уровню минерального обеспечения растений (фон 1 против фона 5) фиксируется шесть статистически достоверных изменений. Так, на фоне 5 повышаются показатели содержания сахара –  $t = 3,38$ , урожайности –  $t = 3,56$  и концентрации  $\alpha$ -аминоазота –  $t = 2,84$ , одновременно снижается уровень щелочности –  $t = 4,83$  и увеличивается концентрация натрия –  $t = 3,40$ .

Следовательно, выявляется четкое соответствие между повышением доз вносимых удобрений и расширением круга признаков, проявляющих достоверную реакцию, что свидетельствует о высокой чувствительности растений сахарной свеклы к условиям минерального питания и подчеркивает важность индивидуального подбора норм удобрений исходя из требований к качеству продукции и ее технологическим характеристикам.

## ГЛАВА 4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФОНАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Оценка экономической эффективности возделывания сахарной свеклы является завершающим и важнейшим этапом научных исследований, позволяющим определить хозяйственную целесообразность применения различных систем минерального питания в конкретных почвенно-климатических условиях [15, 148]. На основании данных, полученных в ходе трехлетних исследований 2023–2025 годов в условиях Гулькевичского района Краснодарского края, был проведен сравнительный расчет экономической эффективности для трех изучаемых гибридов селекции ФГБНУ «Первомайская СОС» – Первомайский, Крокус и Луч. В расчетах использовались усредненные показатели урожайности корнеплодов по каждому генотипу на пяти фонах минерального питания, где первый фон являлся контрольным без внесения удобрений, а последующие варианты предполагали постепенное увеличение доз действующего вещества от  $N_{30}P_{30}K_{30}$  до  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Для обеспечения заданных фонов минерального питания в схеме опыта использовались наиболее распространенные и экономически обоснованные для региона удобрения:

- аммиачная селитра как источник азота,
- аммофос марки 12:52 как комплексное азотно-фосфорное удобрение
- хлористый калий для восполнения потребности калия.

Расчет потребности в физическом весе удобрений производился исходя из содержания действующего вещества в каждом виде удобрения, что позволило определить физические нормы внесения на гектар посевной площади для каждого варианта опыта.

В условиях Гулькевичского района себестоимость производства сахарной свеклы формируется под влиянием нескольких ключевых факторов, среди которых затраты на приобретение минеральных удобрений занимают

существенную долю в структуре переменных издержек [52]. При расчете затрат на химизацию использовались средние рыночные цены на удобрения, сложившиеся в Южном федеральном округе в период 2023–2025 годов, с учетом логистической составляющей до хозяйства. Кроме затрат на удобрения, в полную себестоимость включались расходы на подготовку почвы, посев, уход за посевами, защиту растений от вредителей и болезней, а также уборку урожая и транспортировку корнеплодов до пункта переработки. Базовая себестоимость возделывания культуры без учета удобрений составила – 180 тысяч рублей на гектар, что соответствует средним показателям для интенсивных технологий в регионе. Расчет физических норм внесения удобрений и их стоимости для различных фонов питания представлен в таблице 22.

Таблица 22 – Расчет физических норм внесения удобрений и затрат на химизацию (на 1 га)

Фон питания (NPK)	Аммиачная селитра, кг/га	Аммофос (12:52), кг/га	Хлористый калий, кг/га	Стоимость удобрений, руб./га	Производственные затраты, тыс. руб./га*
Фон 1 (контроль, без удобрений)	0	0	0	0	180
Фон 2 (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	67,9	57,7	50	6 186	186,2
Фон 3 (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	135,9	115,4	100	12 375	192,4
Фон 4 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	203,5	173,1	150	18 553	198,6
Фон 5 (N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> )	271,5	230,8	200	24 742	204,7

\* полная себестоимость включает базовые затраты (180 тыс. руб.) и стоимость удобрений; цены на удобрения усреднены за 2023–2025 гг.

Расчет экономической эффективности проводился для гибридов сахарной свеклы, так как именно они обладают эффектом гетерозиса и предназначены для товарного производства. Оценка родительских линий не имеет практического смысла для сельскохозяйственных предприятий, поэтому в таблице 23 представлены сравнительные показатели возделывания

гибридов Первомайский, Крокус и Луч на различных фонах минерального питания.

Валовой доход рассчитывался исходя из урожайности и средней закупочной цены на сахарную свеклу в Краснодарском крае, которая в рассматриваемый период колебалась в пределах 4500–5500 рублей за тонну в зависимости от качества сырья и условий контракта с сахарным заводом. Для унификации расчетов и нивелирования колебаний рынка была принята средняя цена 5000 рублей за тонну. При сопоставлении валового дохода и полной себестоимости производства была определена прибыль с одного гектара посевов для каждого варианта опыта и каждого гибрида.

Анализ данных таблицы 22 демонстрирует прямую зависимость между уровнем минерального питания и производственными затратами. На контрольном варианте затраты на удобрения отсутствовали, а на максимальном фоне ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) они достигали 24,7 тысячи рублей на гектар, увеличивая полную себестоимость до 204,7 тысячи рублей. Однако рост затрат компенсировался увеличением валового дохода за счет прибавки урожайности. Степень окупаемости затрат существенно варьировала в зависимости от генотипа (таблица 23).

Таблица 23 – Экономическая эффективность возделывания гибридов сахарной свеклы на различных фонах питания (в среднем на 1 га)

Гибрид	Фон минерального питания	Урожайность, т/га	Валовой доход, тыс. руб.	Производственные затраты, тыс. руб.	Прибыль, тыс. руб.	Рентабельность, %
Первомайский	Фон 1 (контроль, без удобрений)	45,5	227,5	180,0	47,5	26,4
	Фон 2 (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	51,7	258,5	186,2	72,3	38,8
	Фон 3 (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	52,3	261,5	192,4	69,1	35,9
	Фон 4 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	52,8	264,0	198,6	65,4	32,9
	Фон 5 (N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> )	57,2	286,0	204,7	81,3	39,7
Крокус	Фон 1 (контроль, без удобрений)	44,3	221,5	180,0	41,5	23,1
	Фон 2 (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	51,7	258,5	186,2	72,3	38,8
	Фон 3 (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	51,9	259,5	192,4	67,1	34,9
	Фон 4 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	55,1	275,5	198,6	76,9	38,7
	Фон 5 (N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> )	59,2	296,0	204,7	91,3	44,6

Продолжение таблицы 23

Луч	Фон 1(контроль, без удобрений)	48,7	243,5	180,0	63,5	35,3
	Фон 2(N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )	52,3	261,5	186,2	75,3	40,4
	Фон 3(N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )	55,1	275,5	192,4	83,1	43,2
	Фон 4(N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )	59,0	295,0	198,6	96,4	48,4
	Фон 5 (N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> )	67,1	335,5	204,7	130,8	63,9

\*Данные урожайности корнеплодов сахарной свеклы усреднены за 2023–2025 гг.

Показатель рентабельности производства выступает фундаментальным критерием оценки финансовой состоятельности применяемой агротехнологии. Как следует из таблицы 23, рентабельность гибридов варьировала от 23,1 % до 35,3%. Широкий диапазон экономических показателей связан с генетическим потенциалом гибридов, что подтверждается устойчивым проявлением этих различий даже на фоне минимизации производственных затрат при малоинтенсивная технология возделывания.

Наибольшие показатели рентабельности у всех изучаемых гибридов были зафиксированы фоне максимального минерального питания ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ). Так, гибрид Луч продемонстрировал рентабельность на уровне 63,9%, гибрид Крокус – 44,6%, тогда как у гибрида Первомайский данный показатель достиг 39,7%.

В условиях Гулькевичского района Краснодарского края внесение минеральных удобрений в дозировке  $N_{120}P_{120}K_{120}$  позволяет достичь наибольших показателей рентабельности при возделывании всех исследованных гибридов сахарной свеклы. Это подтверждает экономическую целесообразность интенсивной системы удобрения для реализации генетического потенциала современных гибридов данной культуры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетние полевые опыты, проведенные в 2023–2025 годах на территории Юго-Восточной агроклиматической зоны Краснодарского края, позволили дать всестороннюю агрономическую и экономическую оценку пяти фонам минерального питания – в диапазоне от полного отказа от удобрений ( $N_0P_0K_0$ ) до интенсивного варианта ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ), их воздействия на урожайность, технологические показатели качества корнеплодов и физиологический потенциал родительских форм и гибридов сахарной свеклы, селекции ФГБНУ Первомайская СОС.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что проявление хозяйственно-ценных признаков у сахарной свеклы не является константой и существенно зависит от уровня минерального питания. Наибольшая изменчивость признаков обусловлена погодными условиями года (до 94,4% по густоте стояния, 71,3% по урожайности), но генотипический фактор играет определяющую роль в стабильности технологического качества (37,1% влияния на выход сахара).

2. При оценке материнских линий (МС) установлено:

МС (27038 × 12126) проявила себя как стабильный компонент по содержанию сахара (15,83–16,79%), однако выявлена склонность к накоплению  $\alpha$ -аминного азота и калия на высоких фонах минерального питания ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ), что требует осторожности при использовании в интенсивных технологиях.

Линия МС 12169 отличается хорошими физиологическими показателями: содержание влаги в листьях стабильно находится между 6,3% и 7,1%, а реакция на внесение минеральных удобрений умеренно выражена. Эти свойства делают данную линию привлекательной для включения в селекционные программы с целью получения среднеинтенсивных гибридов сахарной свеклы.

Листовая пластичность формы МС высокая (11348 × 11301), достигает 29 штук в августе на фоне 5, однако она имеет самое низкое содержание сахаров среди всех изученных форм МС и отличается значительными потерями сахара в мелассе – до 2,61%. Эти недостатки значительно ограничивают ее использование в селекционной практике по созданию материала в высокими технологическими качествами.

3. В ходе анализа отцовских линий (Оп) было выявлено:

Линия Оп 6279 отличается самой высокой пластичностью среди родительских форм по уровню урожайности, увеличивая показатели в 2–3 раза на благоприятных фонах минерального питания относительно контрольного варианта. Помимо этого, линия характеризуется стабильно высоким содержанием сахара – 17,70%, что вместе с ярко выраженной способностью формировать высокий урожай дает основания считать ее перспективным источником экономически значимых характеристик для селекционного процесса.

Линия Оп Фа демонстрирует высокую отзывчивость на применение интенсивных доз минеральных удобрений, урожайность достигает 42,2 т/га на фоне максимального применения удобрений, при этом показатель щелочность остается стабильном. Благодаря этим свойствам Оп Фа рассматривается как перспективный родительский компонент для создания высокоурожайных гибридов интенсивного типа.

Линия Оп Мр характеризовалась наименьшим содержанием α-аминного азота 1,10–3,35 ммоль/100 г и низким накоплением калия и натрия, а также минимальными потерями сахара в мелассе – 1,34–1,49%. Благодаря данным характеристикам линия Оп Мр является лучшим компонентом для получения гибридов с высокими технологическими качествами корнеплодов.

4. Все изучаемые гибриды сахарной свеклы превзошли родительские формы по урожайности и выходу сахара. Технологическая ценность гибридов сахарной свеклы складывается не только из неизменно низкого уровня натрия (в границах 0,68–0,97 ммоль/100 г), но и из ряда других

значимых параметров – сахаристость варьировала от 16,28 до 17,67%, наибольшую устойчивость данного признака на всех изучаемых фонах минерального питания проявил гибрид Луч – отклонения не превышали 0,37%. Содержание  $\alpha$ -аминного азота находилось в технологически приемлемом диапазоне (например, гибрид Первомайский 1,46–2,70 ммоль/100 г). Щелочность сока – минимальное значение так же зафиксированно у гибрида Луч 2,03–2,45 мг-экв/100 г, что говорит о хорошей доброкачественности диффузионного сока. Потери сахара в мелассе – гибрид Крокус показал высокую стабильность и наименьшие потери сахара в мелассе (1,48–1,79%).

5. Согласно полученным данным, наличие в сентябре не менее 20 листьев на растении коррелирует с повышенным содержанием сахара. Признак устойчивого листового аппарата был унаследован гибридами от родительских линий – МС (11348×11301) и Оп 6279. Однако требуется отслеживать связь этого показателя с технологическими характеристиками, так как излишняя вегетативная масса может ухудшать качество корнеплодов.

6. Для создания гибридов нового поколения, ориентированных на интенсивное возделывание, рекомендуется использовать в скрещиваниях пластичные отцовские формы – Оп 6279, Оп Фа и стабильные материнские линии – МС (27038 × 12126), МС 12169. Это позволит совместить высокую продуктивность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы.

7. Так как материнская линия МС (11348×11301) склонна к синтезу мелассообразующих элементов, в селекции ее рекомендуется применять с осторожностью – преимущественно в комбинациях с теми отцовскими линиями, у которых генетически заложено низкое содержание азота.

8. При внесении повышенных доз минеральных удобрений под сахарную свеклу требуется мониторинг показателя цветущности, поскольку вероятность его проявления возрастает до 5,8–6,0%, тогда как допустимым уровнем считается не более 3%. Дополнительно рекомендуется

придерживаться оптимальных календарных сроков посева и применять гибриды, устойчивые к яровизации на генетическом уровне.

9. Между концентрацией сахара в корнеплодах и объемом выхода белого сахара обнаружена сильная прямая корреляция ( $r = 0,64$ ). Благодаря этому данный показатель можно применять для ускорения селекционной работы и повышения достоверности оценки технологической продуктивности гибридов уже на ранних стадиях испытаний.

10. Выявлено доминирующее влияние мелассообразующих элементов и азотистых соединений на потери сахара. Наиболее тесная зависимость обнаружена между содержанием калия и величиной потерь сахара ( $r = 0,75$ ), умеренная связь характерна для натрия ( $r = 0,41$ ) и  $\alpha$ -аминоазота ( $r = 0,63$ ), при этом выход белого сахара достоверно снижается при увеличении щелочности ( $r = -0,55$ ) и содержания К ( $r = -0,35$ ) и Na ( $r = -0,38$ ); полученные закономерности обосновывают необходимость дифференцированного нормирования минеральных удобрений и включения биохимических маркеров (минимальное содержание К, Na,  $\alpha$ -аминоазота) в систему комплексной оценки перспективных гибридов сахарной свеклы.

11. Внедрение интенсивной системы удобрения ( $N_{120}P_{120}K_{120}$ ) позволяет повысить рентабельность производства на 15–25% по сравнению с экстенсивными технологиями. Для всех изученных гибридов экономически оправдано применение максимальных доз минеральных удобрений, что обеспечивает реализацию генетического потенциала и получение максимальной прибыли.

## РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЕКЦИИ

1. Рекомендуется широко использовать отцовскую линию Оп Мр в гибридизации для снижения содержания мелассообразующих элементов ( $\alpha$ -аминный азот, К, Na) в потомстве. Эта отцовская линия может стать базовой при создании гибридов, предназначенных для регионов с высокими фонами минерального питания, где риск накопления мелассообразующих веществ наиболее велик.

2. Обязательным этапом селекционного процесса должна стать оценка родительских пар не менее чем на трех фонах минерального питания (низкий, средний, высокий). Это позволит выявить скрытую генетическую нестабильность по качеству сырья, которая не проявляется на контрольных вариантах.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Для всех изученных гибридов сахарной свеклы (Луч, Первомайский, Крокус) максимальная рентабельность достигается на фоне интенсивного минерального питания  $N_{120}P_{120}K_{120}$ . Применение данной дозы удобрений обеспечивает наивысшие экономические показатели: для гибрида Луч – рентабельность 63,9% и прибыль 130,8 тыс. руб./га, для гибрида Крокус – 44,6% и 91,3 тыс. руб./га, для гибрида Первомайский – 39,7% и 81,3 тыс. руб./га.

2. Соблюдать агротехнические требования (оптимальные сроки сева, сохранность листового аппарата, своевременная уборка) для максимальной реализации генетического потенциала гибридов при интенсивном минеральном питании.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшие исследования целесообразно сосредоточить на создании комплексной системы оценки селекционного материала, объединяющей генетический потенциал родительских линий с физиологическими маркерами их адаптивности. Приоритетным направлением является углубленная работа с выявленными ценными источниками признаков, в частности с отцовской линией Оп Мр, которая продемонстрировала уникальную способность контролировать накопление мелассообразующих веществ даже на высоких фонах минерального питания. Необходимо продолжить изучение характера наследования этой способности в потомстве ( $F_1$ ,  $F_2$ ) при скрещивании с пластичными материнскими линиями, чтобы закрепить признак технологического качества в новых гибридах интенсивного типа.

Одновременно с этим требуется стандартизация методов ранней физиологической диагностики на основе динамики листового аппарата. Установленная в работе корреляция между сохранностью листьев в сентябре ( $\geq 20$  штук) и высокой сахаристостью корнеплодов должна быть положена в основу экспресс-методики отбора.

В долгосрочной перспективе можно рассмотреть интеграцию физиологических данных с молекулярными методами оценки. Учитывая упомянутые в обзоре литературы генетические маркеры (гены *BvbHLLH*, *ASN1*, *NRT2.1*), целесообразно провести скрининг отобранных форм на наличие аллелей, ответственных за эффективную ассимиляцию азота и устойчивость к накоплению вредных веществ. Таким образом, конечной целью дальнейшей разработки темы станет создание адаптивной технологии селекции, где подбор родительских пар будет основываться на совокупности генетических маркеров качества и физиологических показателей устойчивости листового аппарата, что обеспечит создание гибридов сахарной свеклы с предсказуемой реакцией на интенсивные технологии возделывания в условиях Юга России.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

**ГОСТ** – Государственный стандарт

**мг–экв** – миллиграмм–эквивалент

**ммоль** – миллимоль

**МС** – Материнская линия

**Оп** – Отцовская линия

**ЦМС** – Цитоплазматическая мужская стерильность

**а–АА (а–N)** – Альфа–аминный азот, моль/100г

**F** – критерий Фишера

**F<sub>1</sub>** – Гибрид первого поколения

**GxE** – Генотип – средовое взаимодействие

**LAI (Leaf Area Index)** – Индекс листовой поверхности

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азаренок, Т. Н. Сахарная свекла на полях Беларуси / Т. Н. Азаренок, О. В. Матыченкова, С. В. Дыдышко // Наше сельское хозяйство. – 2025. – № 17(361). – С. 14-19.
2. Анализ основных способов повышения продуктивности сахарной свеклы / Р. Е. Юркова, А. Н. Бабичев, С. А. Селицкий [и др.] // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства : Сборник статей X Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 мая 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 326-329.
3. Апасов, И. В. Актуальные проблемы развития свеклосахарного комплекса России и пути их решения / И. В. Апасов // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2013. – № 1. – С. 47–52.
4. Атаева, А. У. Оценка и перспективы развития сахарной свеклы в России / А. У. Атаева // Проблемы конкурентоспособности потребительских товаров и продуктов питания : сборник научных статей 3-й Международной научно-практической конференции, Курск, 09 апреля 2021 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 53–55.
5. Байдич, Х. Фотосинтетическая продуктивность листового аппарата сахарной свеклы / Х. Байдич // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2003. – № 2. – С. 45–50.
6. Башков, В. И. Сравнительная оценка высокоурожайных гибридов сахарной свеклы / В. И. Башков, Н. И. Мамсиров // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Майкоп, 19–21 октября 2022 года. – Майкоп: Издательство "Магарин Олег Григорьевич", 2022. – С. 159-163.

7. Белов, И. П. Интеграция дроновых технологий в оценку LAI у сахарной свеклы / И. П. Белов // Цифровое сельское хозяйство. – 2024. – № 1. – С. 22–28.

8. Белугин, Г. В. Влияние микроудобрений на продуктивность гибридов сахарной свеклы в условиях Курганинского района / Г. В. Белугин, В. Н. Герасименко // Технологические суверенитеты современной биотехнологии : Сборник статей по материалам Всероссийского саммита советов молодых ученых и студенческих научных объединений. В 2-х частях, Краснодар, 30 сентября 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 29-31.

9. Беляков, А. С. Роль калия в формировании устойчивости сахарной свеклы к осмотическому стрессу / А. С. Беляков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1. – С. 67–74.

10. Бер, А. Л. Основы селекции сахарной свеклы / А. Л. Бер. – Киев : Урожай, 1967. – 216 с.

11. Биологическая и хозяйственная эффективность применения фунгицидов в борьбе с болезнями сахарной свеклы на юге Нечерноземной зоны России / А. Н. Слугин, Е. В. Тюкина, Д. В. Бочкарев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 8. – С. 44–50.

12. Биологическая эффективность протравителей семян и их влияние на конечную продуктивность растений сахарной свеклы / И. П. Заволока, О. Е. Богданов, Г. С. Рязанов [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2022. – № 2. – С. 166–170.

13. Богомолов, М. А. Гетерозис у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) / М. А. Богомолов // Сахарная свекла. – 2020. – № 7. – С. 27-30. – DOI 10.25802/SB.2020.63.49.004.

14. Бойко, И.И. Продуктивность и технологические качества разных биологических форм сахарной свеклы / И. И. Бойко // Агробиология. – 2015. – № 2(121). – С. 32-36.

15. Большакова, А. Ю. Экономическая эффективность производства сахарной свеклы в Российской Федерации / А. Ю. Большакова // Аллея науки. – 2020. – № 2(41). – С. 236–237.

16. Бондарь, Л. А. Сахарная свекла на Кубани: борьба с болезнями корнеплода и пути повышения сахаристости / Л. А. Бондарь, Н. Н. Дмитренко // Приднепровский научный вестник. – 2025. – Т. 1, № 10. – С. 87-90.

17. Боронтов, О. К. Влияние метеорологических условий, систем удобрения и обработки почвы на вынос питательных веществ и урожайность сахарной свеклы в ЦЧР / О. К. Боронтов, П. А. Косякин, Е. Н. Манаенкова // Агрохимия. – 2019. – № 9. – С. 74–83.

18. Бутяйкин, В. В. Пути повышения продуктивности сахарной свеклы / В. В. Бутяйкин, С. В. Истихин, В. В. Захаркин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Ф. Х. Бурумкулова, Саранск, 24–25 мая 2016 года / Институт механики и энергетики; Ответственный за выпуск: Столяров А. В.. – Саранск, 2016. – С. 437-441.

19. Вавилов, Н. И. Избранные сочинения: в 6 т. Т. 3: Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости / Н. И. Вавилов. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 716 с.

20. Васильев, А. Н. Влияние дифференцированного внесения NPK на проявление гетерозиса у сахарной свеклы / А. Н. Васильев // Вестник ВНИИССОК. – 2023. – Вып. 2. – С. 88–95.

21. Василько, В. П. Влияние агротехнических приемов на водопотребление и качество корнеплодов сахарной свеклы при выращивании в низинно-западинном агроландшафте Западного Предкавказья / В. П. Василько, В. Е. Егоян // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2025. – № 41(204). – С. 36–55.

22. Васильченко, Е. Н. Особенности мутагенеза сахарной свеклы в культуре тканей / Е. Н. Васильченко, Т. П. Жужжалова // Сахарная свекла. – 2021. – № 7. – С. 18-22. – DOI 10.25802/SB.2021.71.34.002.

23. Векленко, В. И. Прогнозирование объемов внесения и эффективности использования минеральных удобрений при производстве сахарной свеклы / В. И. Векленко, А. С. Шуклина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 5. – С. 245-251.

24. Взаимовлияние калийного и кальциевого режимов чернозема выщелоченного при многолетнем внесении удобрений и мелиоранта / Н. Г. Мязин, А. Н. Кожокина, П. Т. Брехов, П. И. Подрезов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2019. – № 1. – С. 53–58.

25. Виноградов, А. К. История выращивания сахарной свеклы в России / А. К. Виноградов // В мире научных открытий : Материалы VIII Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 14–15 марта 2024 года. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2024. – С. 4461-4464.

26. Влияние норм и соотношения элементов питания на урожайность / В. В. Иванина, Н. С. Зацерковная, Н. К. Шиманская, К. А. Савчук // Сахарная свекла. – 2013. – № 4. – С. 13–14.

27. Влияние подкормок на продуктивность сахарной свеклы / А. В. Акинчин, Л. Н. Кузнецова, С. А. Линков [и др.] // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 3(35). – С. 125–131.

28. Влияние режимов капельного орошения на водопотребление и продуктивность семенников сахарной свеклы в Краснодарском крае / А. Г. Шевченко, В. И. Суслов, В. А. Дерюгин, И. Г. Корсун // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 46–48.

29. Вострикова, Т. В. Влияние комплекса природно-климатических факторов на адаптивные реакции гибридных комбинаций сахарной свеклы / Т. В. Вострикова, М. А. Богомолов // Аграрная наука. – 2024. – № 11. – С. 87–91.

30. Гаврин, Д. С. Обработки семенных растений сахарной свеклы против болезней и качество получаемых семян / Д. С. Гаврин, И. И. Бартнев, О. М. Нечаева // Сахарная свекла. – 2019. – № 4. – С. 14-17. – DOI 10.25802/SB.2019.78.65.003.

31. Герасименко, М. Е. Сравнительная характеристика гибридов сахарной свеклы, выращиваемых в Краснодарском крае / М. Е. Герасименко, М. И. Глушко // Актуальные вопросы науки 2024 : Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Пенза, 25 мая 2024 года. – Пенза, 2024. – С. 79–81.

32. Гончаров, Н. П. Гетерозис и комбинируемость у сахарной свеклы / Н. П. Гончаров // Селекция и семеноводство. – 2018. – № 2. – С. 24–31.

33. Горин, А. В. Способы обработки посевов сахарной свеклы / А. В. Горин, Ю. Р. Хисматуллина, М. М. Махмутов // Перспективы инновационного развития и прогресс в агротехнических и энергетических системах : материалы II Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Балашиха, 24 ноября 2022 года. – Балашиха: Российский государственный аграрный заочный университет, 2022. – С. 62-64.

34. Гуляка, М. И. Как повысить устойчивость сахарной свеклы к засухе / М. И. Гуляка, В. В. Чижевский // Наше сельское хозяйство. – 2025. – № 3(347). – С. 25–27.

35. Гусев, А. А. Влияние органических и минеральных удобрений на проявление гетерозиса / А. А. Гусев // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – № 12. – С. 51–56.

36. Дворянкин, А. Е. Технология получения высоких урожаев сахарной свеклы / А. Е. Дворянкин // Защита и карантин растений. – 2017. – № 10.

37. Дворянкин, Е. А. Продуктивность отечественных гибридов сахарной свеклы в зависимости от эффективности различных схем гербицидов в борьбе с сорняками разного возраста / Е. А. Дворянкин // Сахар. – 2024. – № 1. – С. 29–33.

38. Дворянкин, Е. А. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от условий питания и чистоты посева / Е. А. Дворянкин, М. С. Ярощук // Сахарная свекла. – 2013. – № 1. – С. 22–25.

39. Дворянкин, Е. А. Сахарная свекла. Фитотоксичность комбинаций гербицидов / Е. А. Дворянкин // Наше сельское хозяйство. – 2024. – № 3(323). – С. 34–39.

40. Дедов, А. В. Влияние приемов биологизации и основной обработки на плодородие почвы и урожайность сахарной свеклы / А. В. Дедов, М. А. Несмеянова, Г. М. Крюков // Аграрная наука - сельскому хозяйству : сборник материалов XX Международной (заочной) научно-практической конференции: в 2 кн., Барнаул, 06 февраля 2025 года. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2025. – С. 180–182.

41. Дедов, А. В. Приемы повышения плодородия почвы в севооборотах с сахарной свеклой / А. В. Дедов, М. А. Несмеянова // Наука, образование и инновации в современном мире: материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 20–21 марта 2018 года. Т. Часть 2. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 32–39.

42. Дериглазова, Г. М. Анализ изменения валового сбора сахарной свеклы в России / Г. М. Дериглазова, А. Е. Кузнецов // Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК : Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 73-летию Курского ГАУ, Курск, 15 мая 2024 года. – Курск : Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2024. – С. 51–55.

43. Дмитрова Е.С., Цаценко Л.В., Щеглов С.Н. Влияние различных доз удобрений на урожайность и сахаристость родительских линий и гибридов сахарной свеклы в условиях Юга России / Дмитрова Е.С., Цаценко Л.В., Щеглов С.Н. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал

КубГАУ). [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2026. - №03(217). С. 522 – 538. - IDA [article ID]: 2172603046

44. Дмитрова, Е. С. Влияние альфа-аминного азота на сахаристость сахарной свеклы / Е. С. Дмитрова, Л. В. Цаценко // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2024 год : Сборник трудов конференции, Краснодар, 05 февраля 2025 года. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2025. – С. 20–21.

45. Дмитрова, Е. С. Влияние накопления продуктивной влаги при выращивании сахарной свеклы при проведении селекционных исследований / Е. С. Дмитрова, Л. В. Цаценко // Наукосфера. – 2023. – № 2-2. – С. 115–119.

46. Дмитрова, Е. С. Влияние различных доз минеральных удобрений на проявление цветущности у сахарной свеклы / Е. С. Дмитрова, Л. В. Цаценко // Генетический потенциал сельскохозяйственных растений и его реализация в селекции, семеноводстве и размножении : Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции Кубанского отделения ВОГиС, Краснодар, 14 февраля 2024 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2024. – С. 60-61.

47. Дмитрова, Е. С. Оценка перспективных генотипов сахарной свеклы отечественной селекции в условиях интенсивного минерального питания / Е. С. Дмитрова, Л. В. Цаценко // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии, инновации : Материалы Международной конференции. В 3-х частях, Пермь, 10–14 ноября 2025 года. – Пермь : ИПЦ "Прокрость", 2025. – С. 19–23.

48. Дмитрова, Е. С. Различные дозы минеральных удобрений для высадочного способа семеноводства корнеплодов-штеклингов сахарной свеклы / Е. С. Дмитрова, Л. В. Цаценко // Вектор современной науки : Сборник тезисов по материалам Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых, Краснодар, 15 ноября 2022 года.

– Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 112–114.

49. Дмитрова, Е. С. Содержание макроэлементов в гибридах сахарной свеклы / Е. С. Дмитрова // Развитие, проблемы и перспективы аграрной науки : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Персиановский, 27 мая 2024 года. – Персиановский : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Донской государственный аграрный университет", 2024. – С. 3–5.

50. Дмитрова, Е. С. Технологические качества родительских линий сахарной свеклы / Е. С. Дмитрова, Л. В. Цаценко // Инновационные технологии производства продукции растениеводства : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию кафедры растениеводства, Воронеж, 28 марта 2024 года. – Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 180–182.

51. Дмитрова, Е. С. Характеристика родительских линий и гибридов F1 сахарной свеклы по содержанию альфа-аминного азота и щелочности / Е. С. Дмитрова, Л. В. Цаценко, С. Н. Щеглов // Новые технологии. – 2025. – Т. 21, № 1. – С. 135–147.

52. Докучаев, В. В. Русский чернозем / В. В. Докучаев. – М. : Изд-во АН СССР, 1951. – 368 с.

53. Долгова, Р. А. Эффективность производства и реализации сахарной свеклы / Р. А. Долгова, С. А. Долгов // Устойчивое развитие сельских территорий: теоретические и методологические аспекты : Материалы Всероссийской научной конференции молодых ученых, Ульяновск, 24–25 ноября 2014 года / Редкол.: В.А. Исайчев, О.Н. Марьина. Т. 2. – Ульяновск : Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия имени П.А. Столыпина, 2014. – С. 10–19.

54. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

55. Дубовик, Д. В. Повышение сахаристости сахарной свеклы с помощью хелата калия / Д. В. Дубовик, Е. В. Дубовик // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов : Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Курск, 11–13 сентября 2019 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2019. – С. 136-140.

56. Егорова, М. И. Актуализация пробоподготовки при определении сахаристости сахарной свеклы поляриметрическим методом / М. И. Егорова, Л. Ю. Смирнова, Л. Н. Пузанова // Вестник КрасГАУ. – 2025. – № 5(218). – С. 304–312.

57. Егорова, М. И. Потенциальные критерии оценки сахарной свеклы как сырья для производства сахара / М. И. Егорова // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов : Сборник докладов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук, Курск, 26–28 июня 2024 года. – Курск: Курский федеральный аграрный научный центр, 2024. – С. 479-487.

58. Егорова, Я. А. Динамика развития российской сахарной промышленности (1914–1923 гг.) / Я. А. Егорова // Лучшие студенческие исследования : сборник статей VII Международного научно-исследовательского конкурса, Пенза, 10 апреля 2022 года. – Пенза : Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 46–50.

59. Жеряков, И. С. Пораженность растений сахарной свеклы церкоспорозом в условиях Пензенской области / И. С. Жеряков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса : Сборник материалов Всероссийской научно-практической

конференции молодых ученых, Пенза, 28–29 марта 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 45-48.

60. Жолдоякова, Г. Е. Тенденции производства сахарной свеклы в Российской Федерации / Г. Е. Жолдоякова // Уфимский гуманитарный научный форум. – 2023. – № 2(14). – С. 49–58.

61. Засорина, Э. В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность СМАРТ-гибридов сахарной свеклы / Э. В. Засорина, А. В. Голощاپов, Е. В. Трубицына // Актуальные вопросы современных технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, Курск, 31 марта 2023 года. Т. Часть 1. – Курск : Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, 2023. – С. 67–72.

62. Игошин, Д. Н. Влияние точечного способа внесения минеральных удобрений на корневую систему сахарной свеклы / Д. Н. Игошин // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования : II международная научно-практическая интернет-конференция, с. Соленое Займище, 28 февраля 2017 года / ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». – с. Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2017. – С. 1175-1177.

63. Изменение площади листовой поверхности сахарной свеклы при применении микроэлементных удобрений / Ю. И. Жерякова, С. Н. Пяткова, С. С. Бочаров [и др.] // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 27–28 октября 2022 года. Т. I. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 38–41.

64. Изучение темпов роста перспективных гибридов сахарной свеклы / В. И. Суслов, В. А. Логвинов, В. Н. Мищенко [и др.] // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 41–43.

65. Инновационное технологическое и техническое совершенствование селекции и семеноводства сахарной свеклы / В. В. Михеев, В. Г. Хамуев, А. Х. Текушев [и др.] // Фермер. Черноземье. – 2019. – № 4(25). – С. 30–34.

66. Исламгулов, Д. Р. История возникновения культурного растения сахарная свекла / Д. Р. Исламгулов, Р. И. Еникиев // News of Science and Education. – 2018. – Т. 7, № 3. – С. 029-031.

67. Исламгулов, Д. Р. Сахарная свекла – история, география и состояние развития отрасли / Д. Р. Исламгулов, Н. Х. Гатауллин // Наука молодых – инновационному развитию АПК : материалы XV Национальной научно-практической конференции молодых ученых, Уфа, 16–17 ноября 2022 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ; ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»; СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ УНИВЕРСИТЕТА. Том Часть I. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2022. – С. 56-59.

68. Камиланов, А. А. Влияние природно-климатических условий на продуктивность корнеплодов сахарной свеклы / А. А. Камиланов, Д. Р. Исламгулов // Аграрная наука в инновационном развитии АПК : Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXVI Международной специализированной выставки "Агрокомплекс-2016", Уфа, 15–17 марта 2016 года. Том Часть 1. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 117-120.

69. Клебанович, Н. В. Эффективность использования минеральных удобрений под сахарную свеклу и картофель / Н. В. Клебанович, Д. А. Кислицын // Земля Беларуси. – 2021. – № 1. – С. 42-50.

70. Ковалик, М. С. Технология производства сахара на примере переработки свеклы / М. С. Ковалик, Н. Л. Лопаева // Молодежь и наука. – 2023. – № 5.

71. Колесов, А. Е. Формирование урожайности сахарной свеклы в зависимости от систем основной обработки почвы и деструктора стерни в лесостепи Среднего Поволжья / А. Е. Колесов, С. В. Богомазов, О. А. Ткачук // Нива Поволжья. – 2022. – № 4(64). – С. 1013.

72. Коломейченко, В. В. Растениеводство / В. В. Коломейченко. – М. : Агробизнесцентр, 2007. – 600 с.

73. Коренева, А. Сахарная свекла: чем слаще, тем выгодней / А. Коренева, Н. Гритчин // Сахарная свекла. – 2024. – № 3. – С. 12-15.

74. Корниенко, А. В. Проблемы селекции и семеноводства сахарной свеклы в России – возможные пути их решения / А. В. Корниенко, Л. В. Семенихина, Ю. Н. Мельников // Сахарная свекла. – 2022. – № 10. – С. 15–19.

75. Королькова, А. П. Направления развития селекции и семеноводства сахарной свеклы / А. П. Королькова, А. В. Горячева, А. В. Ильина // Энергосберегающие технологии в растениеводстве : Сборник всероссийской научно-практической конференции посвященной 70-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, Галева Рината Раифовича, Новосибирск, 14 апреля 2023 года. – Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2023. – С. 41-44.

76. Косов, А. А. Отечественные гибриды сахарной свеклы - основа национальной безопасности в современных реалиях / А. А. Косов, Е. В. Жеряков // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 30–31 октября 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 94-96.

77. Косулин, Г. С. Сравнительный анализ гибридов сахарной свеклы отечественной и зарубежной селекции / Г. С. Косулин // Роль и место инноваций в сфере агропромышленного комплекса : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 100-летию со

дня рождения профессора А.А. Сыроева, Курск, 20 ноября 2019 года. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора И.И. Иванова, 2020. – С. 369-373.

78. Кравцов, А. М. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от нормы удобрения и условий влагообеспеченности / А. М. Кравцов, А. В. Загорулько // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения : Сборник тезисов по материалам II Национальной конференции, Краснодар, 16–17 октября 2018 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – С. 10–11.

79. Кравцов, А. М. Сахарная свекла, технология выращивания и продуктивность / А. М. Кравцов, И. А. Павелко // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год : Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 06 апреля 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Кощаев. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 31–32.

80. Кравцов, А. М. Формирование продуктивности сахарной свеклы под влиянием плодородия почвы и средств химизации земледелия / А. М. Кравцов // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 29–31.

81. Кравченко, Р. В. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от доз минеральных удобрений при минимализации основной обработки почвы в условиях Западного Предкавказья / Р. В. Кравченко, О. С. Калинин // Colloquium-Journal. – 2021. – № 6-1(93). – С. 42–43.

82. Крылов, М. И. Хранение сахарной свеклы. – М. : Агропромиздат, 2006. – 77 с.

83. Кузнецов, В. И. Генотип-средовое взаимодействие у сахарной свеклы в Центрально-Черноземной зоне РФ / В. И. Кузнецов, Е. Н. Лебедева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – № 5 (74). – С. 41–47.

84. Кузнецова, Э. Р. Влияние климатических рисков на экономическую эффективность производства сахарной свеклы в России / Э. Р. Кузнецова // Финансовый бизнес. – 2025. – № 8(266). – С. 47-51.

85. Ландиков, В. В. Повышение урожайности сахарной свеклы путем рационального применения минеральных удобрений в зоне неустойчивого увлажнения / В. В. Ландиков, А. Ю. Ожередова // Новое слово в науке. Молодежные чтения – 2025 : сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции Ставрополь, 10–12 сентября 2025 года. – Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2025. – С. 135-139.

86. Легезин, К. С. Продуктивность гибридов сахарной свеклы на опытной станции КВС Липецкой области / К. С. Легезин, Т. Г. Ващенко, В. Н. Горбоконеко // Молодежный вектор развития аграрной науки : Материалы 75-й национальной научно-практической конференции студентов и магистрантов, Воронеж, 15 февраля – 31 2024 года. – Воронеж, 2024. – С. 147-150.

87. Логвинов, А. В. Состояние и тенденции развития производства сахарной свеклы с использованием новых биотехнологических гибридов / А. В. Логвинов, Н. Н. Нецадим, К. Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 181. – С. 283–294.

88. Логвинов, А. В. Теория и практика создания гибридов сахарной свеклы / А. В. Логвинов, К. Н. Горпинченко. – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2025. – 118 с.

89. Лупина, А. А. Изменение агрохимических свойств и оптимизация фосфатного состояния основных почв Северного Кавказа : специальность 06.01.04 "Агрохимия" : диссертация на соискание ученой степени доктора

сельскохозяйственных наук / Лупина Анатолий Александрович. – Немчиновка, 2003. – 427 с.

90. Мамсиров, Н. И. Роль минеральных удобрений в повышении продуктивности сахарной свеклы в Адыгее / Н. И. Мамсиров // Новые технологии. – 2016. – № 3. – С. 125–132.

91. Минакова, О. А. Влияние длительного применения удобрений на поступление, вынос и баланс токсичных элементов и микроэлементов в севооборот с сахарной свеклы в ЦЧР / О. А. Минакова, Л. В. Александрова // Международный научный сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 1. – С. 22–27.

92. Минакова, О. А. Влияние различных уровней удобренности почв на особенности потребления NPK и урожайность гибридов сахарной свеклы отечественной и иностранной селекции в центральном черноземном регионе / О. А. Минакова, Л. В. Александрова, В. М. Вилков // Агрехимия. – 2022. – № 10. – С. 38–46.

93. Минакова, О. А. Влияние удобрений на продуктивность и технологические качества гибридов сахарной свеклы отечественной селекции в условиях ЦЧР / О. А. Минакова, Л. Н. Путилина // Российская сельскохозяйственная наука. – 2025. – № 3. – С. 9–13.

94. Минакова, О. А. Влияние удобрений на сахаристость корнеплодов сахарной свеклы в различных погодных условиях / О. А. Минакова, Л. В. Александрова // Плодородие. – 2019. – Т. 4, № 6(71). – С. 16–18.

95. Минакова, О. А. Влияние удобренности на продуктивность отечественных гибридов сахарной свеклы при различных условиях увлажнения в ЦЧР / О. А. Минакова // Сахарная свекла. – 2025. – № 1. – С. 13–16.

96. Минакова, О. А. Приемы повышения урожайности сахарной свеклы в зоне неустойчивого увлажнения Центрально-Черноземного региона / О. А. Минакова, Л. В. Тамбовцева, Л. В. Александрова // Вестник Курганской ГСХА. – 2015. – № 1(13). – С. 31–34.

97. Минакова, О. А. Урожайность отечественных гибридов сахарной свеклы в различных погодных условиях / О. А. Минакова, Л. В. Александрова, Т. Н. Подвигина // Сахар. – 2025. – № 2. – С. 24–27.

98. Миронов, А. Н. Роль бора в обеспечении фертильности пыльцы у ЦМС-линий / А. Н. Миронов // Вестник РГАУ-МСХА. – 2021. – № 6. – С. 84–90.

99. Михеев, В. В. Структура и классификация селекционно-семеноводческих работ по сахарной свекле и совершенствование механизмов управления / В. В. Михеев // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий : Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 17–18 сентября 2014 года. – Москва : Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2014. – С. 79–83.

100. Михина, Н. Г. Болезни корней сахарной свеклы в период вегетации и их мониторинг / Н. Г. Михина, Ю. В. Бухонова // Защита растений от вредных организмов : Материалы XI международной научно-практической конференции, Краснодар, 19–23 июня 2023 года. Т. Выпуск 11. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 268–271.

101. Михина, Н. Г. Мониторинг вредителей и болезней сахарной свеклы / Н. Г. Михина, Ю. В. Бухонова // Защита и карантин растений. – 2022. – № 10. – С. 21–26.

102. Моделирование выхода маточных корнеплодов сахарной свеклы при различных схемах посева / К. Р. Казаров, В. А. Черников, Ю. И. Солдатов, И. К. Лукина // Актуальные проблемы агроинженерии и пути их решения, Майский, 19 ноября 2018 года. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2018. – С. 81-85.

103. Молекулярная оценка состояния типа цитоплазмы сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) / Т. П. Федулова, Т. С. Руденко, И. В. Черепухина, А. А. Налбандян // Сахар. – 2025. – № 4. – С. 32–36.

104. Мязин, Н. Г. Калийный режим и агрохимические свойства чернозема выщелоченного при многолетнем применении удобрений под сахарную свеклу / Н. Г. Мязин, А. Н. Кожокина // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015. – № 4-2(47). – С. 26–33.

105. Набздоров, С. В. Влияние режимов орошения и доз удобрений на урожайность сахарной свеклы, сахаристость корнеплодов и сбор очищенного сахара / С. В. Набздоров // Мелиорация. – 2022. – № 3(101). – С. 13–18.

106. Набздоров, С. В. Фазы развития сахарной свеклы при орошении / С. В. Набздоров // Актуальные научно-технические и экологические проблемы мелиорации земель : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 105-летию кафедры мелиорации и водного хозяйства, Горки, 11–12 апреля 2024 года. – Горки: УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2024. – С. 161-166.

107. Налбандян, А. А. ПЦР-анализ при детекции фитопатогенов *beta vulgaris* l / А. А. Налбандян // Аллея науки. – 2018. – Т. 6, № 11(27). – С. 181-184.

108. Невзоров, А. И. Влияние различных уровней минерального питания на урожайность и качество сахарной свеклы / А. И. Невзоров // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник IX Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2024 года. – Новосибирск: ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 147-152.

109. Нечаев, М. М. Влияние удобрения на урожайность сахарной свеклы в условиях серых лесных почв / М. М. Нечаев // Современные тенденции развития аграрной науки : Сборник научных трудов международной научно-практической конференции, Брянск, 01–02 декабря 2022 года / Брянский государственный аграрный университет. Т. Часть 1. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2022. – С. 445–448.

110. Никитин, А. Ф. Содержание сахара в корнеплодах в зависимости от величины их выступления над почвой, способов основной обработки и влажности / А. Ф. Никитин // Сахарная свекла. – 2017. – № 7. – С. 29-31.

111. Никитина, Л. В. Обеспеченность выщелоченного чернозема калием и калийное питание сахарной свеклы / Л. В. Никитина, В. А. Романенков, С. Е. Иванова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2019. – № 4. – С. 3–7.

112. Нино, Т. П. Технологии и техника для возделывания и уборки сахарной свеклы : справочник / Колчина Л. М. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 80 с.

113. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / под ред. В.С. Никляева. – М. : «Былина», 2000. – 555 с.

114. Патент РФ на полезную модель RU 229880 U1. Контейнер для аномально развитых форм растений / Л. В. Цаценко, Е. С. Дмитрова, В. В. Миназов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина". – № 2024111447 ; заявл. 24.04.2024 ; опубл. 31.10.2024.

115. Песоцкий, Н. В. Влияние защиты сахарной свеклы от церкоспороза на урожайность и сахаристость / Н. В. Песоцкий // Современная интегрированная защита растений : Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции Сибирской научной школы по защите растений, посвященной 90-летию со дня рождения В.А. Чулкиной, Новосибирск, 26 апреля 2024 года. – Новосибирск : ИЦ НГАУ "Золотой колос", 2024. – С. 86–90.

116. Поддубный, О. А. Листовые подкормки и сахарная свекла / О. А. Поддубный, О. В. Поддубная // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : сборник статей по материалам XXIV Международной научно-практической конференции, Горки, 26–27 июня 2024 года. – Горки: УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2024. – С. 137-140.

117. Попов, И. Г. Влияние глубины заделки минерального удобрения на урожайность сахарной свеклы в условиях равнинного агроландшафта / И. Г. Попов, С. С. Терехова // Технологические суверенитеты современной

биотехнологии : Сборник статей по материалам Всероссийского саммита советов молодых ученых и студенческих научных объединений. В 2-х частях, Краснодар, 30 сентября 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2025. – С. 215-216.

118. Применение удобрений и вынос элементов питания маточной сахарной свеклой летних посевов на орошении / А. В. Логвинов, А. Г. Шевченко, С. С. Кошкин [и др.] // Сахарная свекла. – 2022. – № 10. – С. 20–24.

119. Продуктивность гибридов производства сахарной свеклы по срокам уборки корнеплодов / В. В. Моисеев, А. В. Моисеев, А. В. Логвинов [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 8. – С. 110-113.

120. Пружин, М. К. Оценка влияния агротехнологических приемов возделывания сахарной свеклы на ее углеводный комплекс / М. К. Пружин, Е. В. Широких // Агрэкологические проблемы почвоведения и земледелия : Сборник докладов Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 24–25 апреля 2019 года. – Курск : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2019. – С. 305–308.

121. Пряникова, Е. В. Значение макроэлементов при возделывании сахарной свеклы / Е. В. Пряникова // NovaInfo.Ru. – 2016. – Т. 4, № 47. – С. 72-75.

122. Пряникова, Е. В. Продуктивность корнеплодов сахарной свеклы при различных сроках уборки / Е. В. Пряникова, А. У. Бакирова // Наука молодых – инновационному развитию АПК : материалы IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Уфа, 07 декабря 2016 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 53-57.

123. Прянишников, Д. Н. Агрехимия. Общий курс: учебник для растениеводческих вузов / Д. Н. Прянишников. - М.; Л.: Сельхозгиз, 1934. - 399 с.

124. Прянишников, Д. Н. Агрохимия: учебник / Д. Н. Прянишников. - 3-е изд. знач. доп. - М.: Сельхозгиз, 1940. - 644 с.

125. Пузанова, Л. Н. Сахарная свекла: контролируемые параметры жизненного цикла корнеплодов / Л. Н. Пузанова, С. В. Хлюпина // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия : Сборник докладов Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск, 24–25 апреля 2019 года. – Курск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Курский федеральный аграрный научный центр", 2019. – С. 312-314.

126. Путилина, Л. Н. Формирование технологического качества корнеплодов сахарной свеклы под действием внекорневых подкормок / Л. Н. Путилина, Д. С. Гаврин, Н. Г. Кульнева // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2020. – № 1. – С. 49–58.

127. Путилина, Л. Н. Повышение продуктивности и улучшение технологического качества сахарной свеклы под действием биопрепарата / Л. Н. Путилина, Н. А. Лазутина // Сахарная свекла. – 2020. – № 5. – С. 23-27.

128. Разработка экологически безопасного и агроэкономически высокоэффективного ассортимента минеральных удобрений / Н. И. Аканова, В. Г. Сычев, М. М. Визирская, А. А. Андреев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2017. – № 5-6(39-40). – С. 31–42.

129. Растениеводство / П.П. Вавилов, В.В. Гриценко, В.С. Кузнецов и др. ; под ред. П.П. Вавилова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1986. – 512 с.

130. Реакция гибридов на способы основной обработки почвы / В. И. Суслов, В. Н. Мищенко, А. П. Логвинова [и др.] // Сахарная свекла. – 2008. – № 4. – С. 12–18.

131. 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.

132. Роль взаимодействия бизнеса и науки в развитии отечественной селекции сахарной свеклы / А. В. Логвинов, А. Г. Шевченко, В. Н. Мищенко [и др.] // Сахарная свекла. – 2025. – № 7. – С. 6–11.

133. Сатункин, И. В. Режим минерального питания сахарной свеклы в зависимости от глубины основной обработки и уровня увлажнения чернозема южного / И. В. Сатункин, А. И. Гуляев // Плодородие. – 2013. – № 1(70). – С. 40–41.

134. Сахарная свекла / А. Атажумаева, Н. Гурбангельдиева, О. Егенмырадова, Х. Реджепов // Символ науки: международный научный журнал. – 2024. – № 2-1. – С. 62–63.

135. Сахарная свекла в России / И. Д. Верниковский, В. А. Соловьева, М. А. Габитов, А. А. Кунцевич // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2024. – С. 48-51.

136. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023623582 Российская Федерация. Тератные формы у сахарной свеклы. Каталог образов : № 2023623363 : заявл. 16.10.2023 : опубл. 23.10.2023 / Л. В. Цаценко, Ю. В. Жабатинская, Е. С. Дмитрова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

137. Селекция по усовершенствованию формы корнеплода сахарной свеклы / Л. А. Кротюк, О. В. Дубчак, Л. С. Андреева, М. О. Корнеева // Агробиология. – 2019. – № 2(153). – С. 13-20.

138. Семина, С. А. Влияние микроэлементных удобрений на показатели фотосинтеза и продуктивность сахарной свеклы / С. А. Семина, Е. В. Жеряков, Е. В. Жерякова // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 октября 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 165-168.

139. Семина, С. А. Динамика содержания макроэлементов в растениях сахарной свеклы при применении микроудобрений / С. А. Семина, Е. В. Жеряков, Ю. И. Жерякова // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 1(204). – С. 21-29.

140. Серченков, А. А. Формирование урожая сахарной свеклы в зависимости от применения удобрения / А. А. Серченков, Н. В. Алексеенков, М. М. Нечаев // Современные тенденции развития аграрной науки : Сборник научных трудов II международной научно-практической конференции, Брянск, 07–08 декабря 2023 года. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2023. – С. 181–186.

141. Скрининг селекционно ценных генотипов сахарной свеклы на наличие митохондриальных локусов, сцепленно наследуемых с генами ЦМС / Т. П. Федулова, А. А. Налбандян, Т. Н. Багмутова [и др.] // Сахар. – 2024. – № 1. – С. 16–19.

142. Смирнов, М. А. Использование УФ-излучения в процессе хранения маточной сахарной свеклы / М. А. Смирнов // Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России : Сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, Курган, 14 апреля 2022 года / Под общ. ред. И.Н. Миколайчика. – Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева, 2022. – С. 47–50.

143. Совершенствование технологии возделывания сахарной свеклы / С. А. Моисеев, Е. А. Рябкин, В. И. Каргин, В. Е. Камалихин // Промышленность и сельское хозяйство. – 2021. – № 3(32). – С. 17-24.

144. Соловьев, С. В. Сочетание различных приемов агротехники для повышения продуктивности свекловичных посевов / С. В. Соловьев, С. И. Данилин, А. Г. Абросимов // Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения) : Материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича, Мичуринск, 11–13 декабря 2019 года / отв. ред. Григорьева Л.В. – Мичуринск: Мичуринский ГАУ, 2019. – С. 260-262.

145. Соловьева, Н. А. Сахарная свекла. История становления культуры / Н. А. Соловьева, И. А. Гречкин // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник VII Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 20 декабря 2022 года. – Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 258–261.

146. Соложенцев, Д. Н. Церкоспороз (*Cercospora beticola*) на сахарной свекле и способы его устранения / Д. Н. Соложенцев // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Елец, 16 октября 2025 года. – Елец: Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина, 2025. – С. 306-311.

147. Специальные приемы и оборудование, ускоряющие процесс селекции и семеноводства сахарной свеклы / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, А. Г. Шевченко [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 184. – С. 312–324.

148. Степанова, Т. А. Статистический анализ состояния производства сахарной свеклы на примере предприятий Воронежской области / Т. А. Степанова, А. С. Проскурина // Агентство "Слияния и Поглощения". – 2025. – № 4(37). – С. 22–27.

149. Столярова, О. А. Основные направления и эффективность производства сахарной свеклы / О. А. Столярова // Проблемы и основные

направления повышения эффективности функционирования АПК региона в условиях глобализации и импортозамещения : Монография (научное издание). – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 152–164.

150. Сулаймонов, И. Ж. Усвоение азота сахарной свеклой в зависимости от формы и нормы минеральных удобрений / И. Ж. Сулаймонов, Д. Т. Эргашев // Сахарная свекла. – 2022. – № 3. – С. 23–25.

151. Сычева, И. В. Оценка распространенности болезней на гибридах сахарной свеклы / И. В. Сычева, С. М. Сычев, А. А. Осипов // Вестник Брянской ГСХА. – 2024. – № 2(102). – С. 31–36.

152. Тавадов, А. С. Влияние технологии выращивания на продуктивность сахарной свеклы гибрида «Азимут» / А. С. Тавадов, Е. Н. Ничипуренко, А. А. Магомедтагиров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 208. – С. 157-166.

153. Тарасенко, Н. И. Использование физиологически активных веществ на посевах сахарной свеклы / Н. И. Тарасенко, Т. Н. Мартинчик // Агрэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XV Международной научной конференции, Брянск, 09–10 апреля 2018 года. – Брянск : Брянский государственный аграрный университет, 2018. – С. 601–606.

154. Технологические качества экспериментальных гибридов сахарной свеклы / А. В. Логвинов, В. Н. Мищенко, А. А. Бородин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 183. – С. 158–165.

155. Тиндова, М. Г. Анализ динамики выращивания сахарной свеклы в РФ / М. Г. Тиндова // Экономико-математические методы анализа деятельности предприятий АПК : Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию Вавиловского университета, Саратов, 21 апреля 2023 года / Под ред. С.И. Ткачева. –

Саратов : Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, 2023. – С. 306–312.

156. Урожайность гибридов сахарной свеклы отечественной селекции в условиях Пензенской области / Д. А. Федосеев, И. С. Жеряков, Л. О. Козловская, Д. В. Сорокопудов // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 23–24 марта 2023 года. Т. III. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 76–78.

157. Урожайность гибридов сахарной свеклы Отечественной селекции в условиях Пензенской области / В. В. Полежаев, Л. О. Козловская, В. М. Феофанов, С. В. Борисочев // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 27–28 марта 2025 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2025. – С. 75-78.

158. Филимонов, П. С. Влияние предшественников сахарной свеклы на качественные показатели корнеплодов / П. С. Филимонов, А. Е. Кузнецов, Н. В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 9. – С. 6–13.

159. Филимонов, П. С. Система применения удобрений и гербицидов при возделывании сахарной свеклы / П. С. Филимонов, Н. В. Долгополова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 8. – С. 36–43.

160. Филоагроценогенез в посевах сахарной свеклы при разной степени антропогенной нагрузки в XX веке - начале XXI века / Д. В. Бочкарев, Ю. Н. Недайборщ, А. Н. Никольский [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 10(204). – С. 5-12.

161. Характеристика родительских линий и гибридов первого поколения сахарной свеклы по показателям урожайность и сахаристость /

Е. С. Дмитрова, Л. В. Цаценко, С. Н. Щеглов, А. В. Логвинов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 117. – С. 120–125.

162. Химическая пинцировка семенников сахарной свеклы препаратом на основе малеинового гидразида в условиях Краснодарского края / А. В. Логвинов, С. С. Кошкин, И. Г. Корсун [и др.] // Сахарная свекла. – 2025. – № 4. – С. 10–13.

163. Цыкалов, А. Н. Урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от вариантов биологической протравки семян / А. Н. Цыкалов, Б. А. Сотников, В. А. Кравченко // Высокоэффективные технологии в агропромышленном комплексе : Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 285-летию со дня рождения Болотова Андрея Тимофеевича и приуроченной к Году педагога и наставника, Елец, 24 октября 2023 года. – Елец : Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2023. – С. 100–103.

164. Цыкалов, А. Н. Урожайность и качество сахарной свеклы в зависимости от применения микроудобрений и активации семян / А. Н. Цыкалов // Келлеровские чтения : Материалы Национальной (с международным участием) научно-практической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения академика, заслуженного деятеля науки РФ Б.А. Келлера и 130-летию со дня рождения профессора Б.М. Козо-Полянского, Воронеж, 28–29 апреля 2020 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2020. – С. 144-150.

165. Черенков, С. А. Влияние минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность сахарной свеклы / С. А. Черенков, А. В. Дедов // Молодежный вектор развития аграрной науки : МАТЕРИАЛЫ 72-Й НАЦИОНАЛЬНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ И МАГИСТРАНТОВ, Воронеж, 01 апреля – 31 2021 года / Воронежский государственный аграрный университет имени императора

Петра I. Том Часть IV. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I, 2021. – С. 205-210.

166. Черкасова, Н. Н. Влияние салициловой кислоты на жизнеспособность регенерантов сахарной свеклы при длительном культивировании *in vitro* / Н. Н. Черкасова, Е. Н. Васильченко, О. В. Ткаченко // Сахарная свекла. – 2025. – № 5. – С. 6–8.

167. Чернова, И. Ю. Роль микронутриентов в реализации гетерозиса у сахарной свеклы / И. Ю. Чернова // Агрехимия. – 2024. – № 2. – С. 55–62.

168. Шамсутдинова, А. В. Фотосинтетические параметры посевов сахарной свеклы в зависимости от внекорневой подкормки микроудобрениями / А. В. Шамсутдинова // Агробиология. – 2016. – № 2(128). – С. 76–80.

169. Шафран, С. А. Оценка методов почвенной диагностики азотного питания сахарной свеклы / С. А. Шафран, Е. С. Козеичева, И. В. Ильюшенко // Агрехимия. – 2015. – № 9. – С. 27–32.

170. Шевцова, О. А. Фотосинтетическая устойчивость как маркер адаптивности к дефициту азота / О. А. Шевцова // Физиология растений. – 2024. – Т. 71, № 1. – С. 88–96.

171. Шевченко, А. Г. Продуктивность высадочных семенников в зависимости от подкормки новыми удобрениями / А. Г. Шевченко, В. А. Корсун // Сахарная свекла. – 2007. – № 3. – С. 18–19.

172. Шевчук, Н. И. Выращивание сахарной свеклы по технологии Strip-till / Н. И. Шевчук // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК : Сборник статей по материалам V Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курган, 13 февраля 2024 года. – Курган : Курганский государственный университет, 2024. – С. 71–75.

173. Щеглов, Н. В. Развитие разновидностей свеклы в начале вегетации в зависимости от площади питания, минеральных удобрений и бентонитов / Н. В. Щеглов, А. Н. Цыкалов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4(43). – С. 33–40.

174. Щеголихина, Т. А. Современные технологии семеноводства сахарной свеклы / Т. А. Щеголихина // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, с. Соленое Займище, 18–19 июля 2018 года / Составители Н.А. Щербакова, А.П. Селиверстова. – с. Соленое Займище: Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия, 2018. – С. 128-134.

175. Эффективность производства сахарной свеклы в зависимости от сроков уборки / А. В. Логвинов, В. В. Моисеев, В. А. Логвинов [и др.] // Сахарная свекла. – 2017. – № 8. – С. 11-13.

176. ГОСТ 26657-97 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. – Введ. 1999-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 10 с.

177. ГОСТ 32044.1-2012 Семеноводство сельскохозяйственных растений. Часть 1. Требования к исходному и элитному семенному материалу. – Введ. 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 24 с.

178. ГОСТ 32250-2013 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания калия. – Введ. 2014-07-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.

179. Abbasi, Z., Vocianowski, J. Genotype by environment interaction for physiological traits in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) parents and hybrids using additive main effects and multiplicative interaction model. *Eur Food Res Technol* 247, 3063–3081 (2021).

180. Bloch, R. Heterosis and combining ability in sugar beet under variable nitrogen supply / R. Bloch, K. Weisshaar, T. Kraft // *Crop Science*. – 2022. – Vol. 62, No. 4. – P. 1567–1579.

181. Choob, V. V., Sinyushin A. A. Flower and shoot fasciation: from phenomenology to the construction of models of apical meristem transformations // *Russian Journal of Plant Physiology*. – 2012. – Vol. 59. – P. 530–545.

182. De Schepper, V. Root system architecture and nutrient acquisition in sugar beet under low phosphorus / V. De Schepper, J. Postma, U. Schurr // *Plant Biology*. – 2021. – Vol. 23(1). – P. 89–97.
183. Draycott, A. P. \ *Sugar Beet* / A. P. Draycott. – Oxford : Blackwell Publishing, 2019. – 608 p.
184. Egger, J.M. Steam fasciation in the genus *Castelleja* (Orobanchaceae) // *Phytoneuron*. – 2021. – Vol. 16. – P. 1–29.
185. Fasahat, P. Stability analysis is used to evaluate sugar beet genotypes with the goal of maximizing root and white sugar yield // *Biometrical Letters*. – 2025. – T. 62. – №. 1. – C. 29-48.
186. Gao, Y. Genotypic variation in nitrogen uptake and utilization efficiency in sugar beet / Y. Gao, S. Wang, X. Liu // *Plant and Soil*. – 2021. – Vol. 462. – P. 421–435.
187. Hassani M., Saremirad A., Azizi H., Mansouri H., Sharifi M., Fasahat P., Norouzi P., Rezaei J. Evaluation of yield stability and resistance to rhizomania and rhizoctonia root rot in new sugar beet hybrids // *Journal of Sugar Beet*. – 2025. – Vol. 41, No. 1. – P. 29-48.
188. Hatami Maleki H., Fotouhi K., Sabaghnia N., Zeinalzadeh-Tabrizi H. Genetic variation of sugar beet genotypes based on root yield and sugar-related characteristics through GT biplot model // *Journal of Elementology*. – 2025. – Vol. 30, No. 4. – P. 789-805.
189. Hlisnikovský, L., Kunzova, E., Menšík, L. Effect of Farmyard Manure, Mineral Fertilizers and Crop Rotation on Sugar Beet Roots and Leaves Yield and Sugar Content // *Listy Cukrovarnické a Reparské*. – 2018. – T. 134. – №. 5-6. – C. 182.
190. Kenter, C., Hoffmann C. M. Impact of potassium nutrition on sodium and potassium accumulation in sugar beet genotypes / C. Kenter, C. M. Hoffmann // *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. – 2020. – Vol. 183, No. 4. – P. 456–465.

191. Muqdad, A., Salman Dalas I. Abnormal growth in the plant (fasciation) // Science Archives. – 2021. – Vol. 2, No. 4. – P. 339–342.
192. Onda, R. Genetic and molecular analysis of fasciation mutation in Japanese soybeans // Breeding science. – 2011. – Vol. 61, No. 1. – P. 26–34.
193. Pace, L. First report of fasciation symptom in *Artemisia eriantha* (Asteraceae), a typical orophyte of high-altitude cliffs, in Central Apennines (Italy) // Plant Sociology. – 2020. – Vol. 57. – P. 23–28.
194. Pavlovic, N. B. First report of fasciation in Pitcher's thistle, *Cirsium pitcheri* (Asteraceae). – Ann Arbor, MI : Michigan Publishing, University of Michigan Library, 2013. – P. 58–64.
195. Reboredo, F., Silveiras C. Fasciation phenomena and mineral balance in *Spartium junceum* L // Phytion. – 2007. – Vol. 47, No. 1–2. – P. 123–132.
196. Schenk, M. K. Potassium and sodium interactions in sugar beet: effects on yield and quality / M. K. Schenk // Journal of Plant Nutrition. – 2017. – Vol. 40, No. 1–2. – P. 112–125.
197. SES Vanderhave. Annual Breeding Report 2021: Parental Line Performance under Nutrient Stress / SES Vanderhave NV. – Tienen, Belgium, 2021. – 44 p.
198. Sinjushin, A. A., Gostimskii, S. A. Genetic control of fasciation in pea (*Pisum sativum* L.) // Russian Journal of Genetics. – 2008. – Vol. 44, No. 6. – P. 702–708.
199. Svoboda, P. Genotype × environment interaction for sugar beet root yield across Central Europe / P. Svoboda, J. Čepička, M. Vyhnánek // Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. – 2023. – Vol. 59, No. 2. – P. 77–86.
200. Thomison, P. R., Elmore R. W. Abnormal ear development in corn: A review // Agronomy Journal. – 2022. – Vol. 114. – P. 1168–1183.
201. Tschiedel, M. Breeding for stress tolerance in sugar beet: current status and future perspectives / M. Tschiedel, F. Schneider, J. Müller // Euphytica. – 2020. – Vol. 216. – P. 1-17

202. USDA. Sugarbeet production and fertility response trials (2018–2022) / United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. – Washington, DC, 2022. – 87 p.

203. Yan, P. Integrating BSA-Seq with RNA-Seq Reveals a Novel Fasciated Ear Mutant in Maize // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2023. – Vol. 24. – P. 239–241.

204. Zhao, Y. Transcriptomic analysis of sugar beet parental lines under nitrogen stress / Y. Zhao, L. Zhang, H. Chen // *BMC Plant Biology*. – 2023. – Vol. 23. – P. 139–142.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Климатические условия в годы проведения опыта и среднее многолетние данные

Погодные элементы	Год	МЕСЯЦ												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура воздуха, градусов	2023	0,9	0,2	8,6	12,5	16,6	22,1	24,4	27,5	20,7	20,0	13,0	9,0	<b>14,6</b>
	2024	4,0	9,0	11,0	11,7	16,0	26,0	29,5	26,0	23,5	17,9	6,5	5,0	<b>15,5</b>
	2025	6,5	-1,0	5,0	11	17,5	26,5	29,5	30,0	23,5	16,0			<b>16,5</b>
Многолетние данные		-2,3	-1,3	3,6	11,1	16,8	20,8	23,6	23	17,5	10,9	4,9	0,1	<b>10,7</b>
Осадки, мм	2023	5,2	88,2	78,4	73,4	62,9	139,5	48,4	0	14,2	32,7	29,6	34,7	<b>607,2</b>
	2024	106	37	0	1	22	0	8	13	7	7	19	40	<b>260</b>
	2025	34,3	23,4	36,3	25,4	60,1	45,8	41,0	21,7	31,4	32,7	22,1	46	<b>352,1</b>
Многолетние данные		39,4	32,8	39,6	43,3	67,2	71,4	53,2	46,5	43,1	51,2	48,5	49	<b>585,2</b>

Таблица А.2 – Среднее содержание влаги в листьях сахарной свеклы  
за 2023–2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	5,9	6,6	6,3	6,0	7,1
2	МС (27038x12126)	6,2	7,9	6,6	6,6	7,3
3	Оп 6279	6,7	6,8	8,3	7,2	6,7
4	Крокус	6,6	6,4	6,8	6,2	6,6
5	МС 12169	6,5	7,0	7,1	7,0	6,3
6	Оп Фа	7,0	7,2	7,0	7,1	7,0
7	Луч	7,6	8,1	7,5	7,7	7,7
8	МС (11348x11301)	7,3	7,6	7,5	8,1	7,8
9	Оп Мр	7,5	7,9	9,0	7,9	7,3

Таблица А.3 – Среднее содержание азота в листьях сахарной свеклы  
за 2023–2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	3,00	3,54	3,52	3,79	4,25
2	МС (27038x12126)	3,59	3,67	3,86	3,99	3,99
3	Оп 6279	3,19	3,23	3,61	3,47	3,88
4	Крокус	3,11	3,45	3,84	3,48	4,23
5	МС 12169	3,54	3,63	3,80	3,82	4,27
6	Оп 18 Фа	3,28	3,36	3,67	3,87	4,13
7	Луч	3,36	3,32	3,19	3,78	4,01
8	МС (11348x11301)	3,28	3,61	3,69	3,26	4,39
9	Оп 18 Мр	3,29	3,25	4,18	3,87	3,91

Таблица А.4 – Среднее содержание фосфора в листьях сахарной свеклы  
за 2023–2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	0,214	0,194	0,248	0,138	0,315
2	МС (27038x12126)	0,306	0,257	0,226	0,269	0,238
3	Оп 6279	0,285	0,239	0,243	0,262	0,219
4	Крокус	0,245	0,205	0,211	0,181	0,307
5	МС 12169	0,269	0,214	0,249	0,182	0,191
6	Оп 18 Фа	0,248	0,172	0,153	0,154	0,121
7	Луч	0,111	0,159	0,222	0,192	0,236
8	МС (11348x11301)	0,283	0,135	0,302	0,140	0,241
9	Оп 18 Мр	0,137	0,130	0,158	0,128	0,208

Таблица А.5 – Среднее содержание калия в листьях сахарной свеклы  
за 2023–2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	3,77	3,94	3,61	3,00	3,30
2	МС (27038x12126)	4,01	4,35	3,56	2,99	3,93
3	Оп 6279	3,36	3,41	3,21	2,85	3,75
4	Крокус	4,06	4,02	3,20	2,69	3,32
5	МС 12169	3,52	3,41	3,36	3,02	3,59
6	Оп Фа	2,95	3,16	3,13	2,92	3,18
7	Луч	3,51	3,39	3,21	2,82	4,48
8	МС (11348x11301)	3,39	2,97	3,11	2,72	4,78
9	Оп Мр	3,82	2,44	2,47	3,10	3,41

Таблица А.6 – Учет листового аппарата сахарной свеклы по фазам вегетации (июль, август, сентябрь), шт.

(среднее за 2023–2025 гг.)

№ п.п.	селекционный материал	Фон 1			Фон 2			Фон 3			Фон 4			Фон 5		
		июль	август	сентябрь	июль	август	сентябрь	июль	август	сентябрь	июль	август	сентябрь	июль	август	сентябрь
1	Первомайский	24	25	22	27	29	27	23	24	23	26	30	27	28	30	27
2	МС (27038x12126)	25	25	23	23	26	24	23	24	23	23	24	23	22	23	21
3	Оп 6279	22	24	21	22	24	22	21	22	20	20	21	20	22	23	21
4	Крокус	20	20	18	19	21	19	21	22	21	19	20	20	21	21	21
5	МС 12169	20	20	18	20	22	20	20	21	19	18	19	18	21	21	19
6	Оп Фа	18	19	17	17	19	17	20	22	20	20	22	20	19	20	18
7	Луч	23	24	22	21	24	21	23	26	24	26	28	25	25	27	25
8	МС (11348x11301)	22	22	20	21	25	23	24	28	26	23	26	24	27	29	26
9	Оп Мр	16	16	15	16	18	17	17	18	16	18	19	17	17	18	17

Таблица А.7 – Сахаристость корнеплодов сахарной свеклы за 2023-2025 гг., %

№ п. п.	Селекционный материал	Фон 1 (контроль, без удобрений)				Фон 2 (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )				Фон 3 (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )				Фон 4 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )				Фон 5 (N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> )			
		2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.
1	Первомайский	17,62	15,66	17,24	<b>16,84</b>	17,88	15,78	17,26	<b>16,97</b>	17,05	16,02	16,18	<b>16,42</b>	17,25	17,28	17,57	<b>17,37</b>	16,76	17,45	18,17	<b>17,46</b>
4	Крокус	16,24	15,08	17,53	<b>16,28</b>	17,26	15,17	17,68	<b>16,70</b>	16,52	15,19	17,73	<b>16,48</b>	16,70	15,91	17,79	<b>16,80</b>	17,79	16,07	19,14	<b>17,67</b>
7	Луч	18,02	15,70	17,46	<b>17,06</b>	18,51	15,79	17,55	<b>17,28</b>	17,53	16,19	17,62	<b>17,11</b>	17,44	16,23	17,75	<b>17,14</b>	17,05	16,35	18,88	<b>17,43</b>
2	МС (27038х 12126)	17,09	15,20	15,25	<b>15,85</b>	16,41	15,60	15,47	<b>15,83</b>	16,44	16,33	16,15	<b>16,31</b>	16,54	16,46	15,47	<b>16,16</b>	16,62	16,39	17,09	<b>16,70</b>
5	МС 12169	16,97	15,39	15,85	<b>16,07</b>	16,89	15,43	16,10	<b>16,14</b>	16,13	16,25	16,12	<b>16,17</b>	16,89	16,16	16,41	<b>16,49</b>	16,31	16,74	16,74	<b>16,60</b>
8	МС (11348х 11301)	17,24	15,76	15,42	<b>16,14</b>	17,00	15,89	15,59	<b>16,16</b>	15,59	16,20	15,72	<b>15,84</b>	15,93	16,38	15,91	<b>16,07</b>	16,44	16,53	17,40	<b>16,79</b>
3	Оп 6279	17,12	15,16	16,38	<b>16,22</b>	17,06	15,78	16,48	<b>16,44</b>	16,27	15,71	16,46	<b>16,15</b>	16,53	16,21	16,96	<b>16,57</b>	16,49	16,24	17,70	<b>16,81</b>
6	Оп Фа	17,74	16,27	16,13	<b>16,71</b>	17,54	16,28	16,20	<b>16,67</b>	16,58	16,36	16,08	<b>16,34</b>	17,17	16,30	16,30	<b>16,59</b>	16,30	16,46	17,04	<b>16,60</b>
9	Оп Мр	16,56	16,63	17,38	<b>16,85</b>	16,83	16,67	17,58	<b>17,03</b>	18,05	16,05	17,69	<b>17,26</b>	17,16	16,47	18,13	<b>17,25</b>	17,06	16,79	18,55	<b>17,47</b>

Таблица А.8 – Среднее содержание альфа-аминного азота в корнеплодах сахарной свеклы за 2023-2025 гг., ммоль/100 г

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	1,94	1,95	2,14	2,27	2,44
2	МС (27038x12126)	2,72	2,18	3,20	3,86	3,58
3	Оп 6279	2,09	2,25	2,35	2,05	2,48
4	Крокус	2,32	2,35	2,37	2,22	2,49
5	МС 12169	2,96	2,29	2,70	2,73	3,89
6	Оп Фа	2,17	2,96	2,57	3,19	2,20
7	Луч	2,68	2,18	2,47	2,76	2,84
8	МС (11348x11301)	3,33	3,25	3,41	3,33	3,90
9	Оп Мр	1,68	1,97	1,92	2,42	2,65

Таблица А.9 – Среднее содержание щелочности в корнеплодах сахарной свеклы за 2023-2025 гг., мг-экв/100 г

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	2,99	2,54	2,66	2,51	2,13
2	МС (27038x12126)	2,33	2,37	1,98	1,76	1,93
3	Оп 6279	3,18	2,58	2,80	2,70	2,44
4	Крокус	2,50	2,65	2,47	2,37	2,22
5	МС 12169	2,25	2,53	2,66	2,45	1,72
6	Оп Фа	2,42	2,34	2,29	1,88	2,20
7	Луч	2,16	2,45	2,07	2,08	2,03
8	МС (11348x11301)	1,94	2,03	1,88	1,93	1,70
9	Оп Мр	2,92	2,95	2,66	2,27	2,02

Таблица А.10 – Выход сахара из корнеплодов сахарной свеклы за 2023-2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1 (контроль, без удобрений)				Фон 2 (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )				Фон 3 (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )				Фон 4 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )				Фон 5 (N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> )			
		2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.
1	Первомайский	15,84	15,90	15,70	<b>15,81</b>	16,15	15,58	15,61	<b>15,78</b>	15,30	15,08	14,53	<b>14,97</b>	15,38	15,16	15,80	<b>15,44</b>	14,87	15,03	16,21	<b>15,37</b>
2	МС (27038x12126)	15,16	13,91	13,22	<b>14,10</b>	14,59	13,90	13,37	<b>13,95</b>	14,56	14,04	14,01	<b>14,20</b>	14,75	13,69	12,82	<b>13,75</b>	13,77	13,59	14,38	<b>13,91</b>
3	Оп 6279	15,22	13,66	16,65	<b>15,17</b>	15,28	15,09	14,38	<b>14,92</b>	14,44	14,30	14,45	<b>14,40</b>	14,70	13,72	14,96	<b>14,46</b>	14,65	14,17	15,71	<b>14,84</b>
4	Крокус	15,97	14,58	16,63	<b>15,72</b>	15,42	14,24	16,38	<b>15,34</b>	14,85	14,37	15,53	<b>14,91</b>	14,77	14,34	15,75	<b>14,95</b>	14,29	14,63	17,31	<b>15,41</b>
5	МС 12169	14,52	12,78	13,95	<b>13,75</b>	14,67	13,88	14,31	<b>14,29</b>	13,89	12,90	13,61	<b>13,47</b>	14,63	13,06	13,69	<b>13,79</b>	13,68	12,47	14,36	<b>13,50</b>
6	Оп Фа	15,74	14,04	14,59	<b>14,79</b>	15,67	14,00	14,28	<b>14,65</b>	14,38	14,31	14,06	<b>14,25</b>	15,14	15,43	14,58	<b>15,05</b>	14,49	13,91	15,14	<b>14,51</b>
7	Луч	16,78	15,24	15,80	<b>15,94</b>	16,64	14,36	15,89	<b>15,63</b>	15,74	15,04	15,42	<b>15,40</b>	15,51	15,36	15,47	<b>15,45</b>	15,17	15,31	16,81	<b>15,76</b>
8	МС (11348x11301)	14,71	13,22	13,58	<b>13,84</b>	14,48	12,68	12,77	<b>13,31</b>	13,37	12,17	12,75	<b>12,76</b>	13,51	12,93	13,95	<b>13,46</b>	13,31	13,11	15,02	<b>13,81</b>
9	Оп Мр	16,87	13,73	15,88	<b>15,49</b>	15,57	13,53	16,32	<b>15,14</b>	15,26	13,70	15,96	<b>14,97</b>	15,88	15,89	16,35	<b>16,04</b>	15,03	15,75	16,71	<b>15,83</b>

Таблица А.11 – Потери сахара в мелассе за 2023-2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1 (контроль, без удобрений)				Фон 2 (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )				Фон 3 (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )				Фон 4 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )				Фон 5 (N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> )			
		2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.
1	Первомайский	1,68	1,77	1,44	<b>1,63</b>	1,63	1,63	1,55	<b>1,60</b>	1,65	1,57	1,56	<b>1,59</b>	1,78	1,55	1,74	<b>1,69</b>	1,79	1,69	1,86	<b>1,78</b>
2	МС (27038x12126)	1,83	2,07	1,93	<b>1,94</b>	1,72	1,75	2,01	<b>1,83</b>	1,72	2,32	2,04	<b>2,03</b>	1,69	1,85	2,55	<b>2,03</b>	1,73	1,84	2,60	<b>2,06</b>
3	Оп 6279	1,80	1,91	1,47	<b>1,72</b>	1,68	1,57	1,50	<b>1,58</b>	1,73	1,56	1,49	<b>1,59</b>	1,73	1,86	1,57	<b>1,72</b>	1,74	1,81	1,89	<b>1,81</b>
4	Крокус	1,73	1,55	1,46	<b>1,58</b>	1,75	1,59	1,39	<b>1,58</b>	1,58	1,42	1,43	<b>1,48</b>	1,83	1,54	1,44	<b>1,60</b>	1,85	1,42	1,72	<b>1,66</b>
5	МС 12169	2,20	2,27	1,80	<b>2,09</b>	2,12	1,86	1,76	<b>1,91</b>	2,14	1,78	1,74	<b>1,89</b>	2,16	2,41	1,95	<b>2,18</b>	2,53	1,99	2,28	<b>2,26</b>
6	Оп Фа	1,95	1,41	1,44	<b>1,60</b>	1,92	1,35	1,50	<b>1,59</b>	2,11	1,59	1,49	<b>1,73</b>	1,95	1,24	1,62	<b>1,60</b>	1,71	1,54	1,80	<b>1,68</b>
7	Луч	1,91	1,69	1,66	<b>1,75</b>	1,77	1,34	1,59	<b>1,57</b>	1,69	1,32	1,61	<b>1,54</b>	1,84	1,55	1,66	<b>1,68</b>	1,78	1,61	1,97	<b>1,79</b>
8	МС (11348x11301)	2,44	2,48	2,07	<b>2,33</b>	2,47	2,13	2,05	<b>2,22</b>	2,00	1,95	2,08	<b>2,01</b>	2,31	2,09	1,87	<b>2,09</b>	2,61	2,12	2,28	<b>2,34</b>
9	Оп Мр	1,43	1,38	1,41	<b>1,41</b>	1,20	1,39	1,45	<b>1,34</b>	1,30	1,45	1,63	<b>1,46</b>	1,15	1,29	1,68	<b>1,37</b>	1,45	1,28	1,75	<b>1,49</b>

Таблица А.12 – Содержание калия в корнеплодах сахарной свеклы за 2023–2025 гг., ммоль/100 г

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1 (контроль, без удобрений)				Фон 2 (N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> )				Фон 3 (N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> )				Фон 4 (N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> )				Фон 5 (N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> )			
		2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.	2023 год	2024 год	2025 год	Ср.
1	Первомайский	4,56	5,10	4,13	<b>4,60</b>	4,61	4,94	4,21	<b>4,59</b>	4,80	4,71	4,21	<b>4,57</b>	5,03	4,47	4,32	<b>4,61</b>	4,63	4,98	4,60	<b>4,74</b>
2	МС (27038x12126)	5,01	5,58	3,95	<b>4,85</b>	5,22	4,89	4,19	<b>4,77</b>	4,94	4,78	4,52	<b>4,75</b>	4,78	4,86	4,70	<b>4,78</b>	4,68	5,38	5,17	<b>5,08</b>
3	Оп 6279	4,26	5,40	4,10	<b>4,58</b>	4,39	4,84	3,51	<b>4,25</b>	4,97	4,70	3,74	<b>4,47</b>	4,96	5,41	3,72	<b>4,70</b>	5,38	5,32	4,28	<b>4,99</b>
4	Крокус	4,47	3,88	3,86	<b>4,07</b>	4,71	3,92	3,80	<b>4,14</b>	4,15	3,75	3,48	<b>3,79</b>	4,47	3,96	3,58	<b>4,00</b>	4,49	3,80	4,24	<b>4,18</b>
5	МС 12169	6,16	6,29	4,82	<b>5,76</b>	6,03	5,55	4,95	<b>5,51</b>	5,92	5,38	5,02	<b>5,44</b>	6,37	5,85	4,98	<b>5,73</b>	6,00	5,85	5,58	<b>5,81</b>
6	Оп Фа	5,33	3,42	3,36	<b>4,03</b>	5,08	3,40	3,43	<b>3,97</b>	4,94	3,38	3,17	<b>3,83</b>	4,27	3,11	3,64	<b>3,67</b>	4,28	3,86	3,95	<b>4,03</b>
7	Луч	4,66	4,24	3,85	<b>4,25</b>	4,54	3,65	4,02	<b>4,07</b>	4,33	3,42	4,01	<b>3,92</b>	4,36	3,80	4,00	<b>4,05</b>	4,32	4,20	4,74	<b>4,42</b>
8	МС (11348x11301)	6,45	6,47	5,13	<b>6,02</b>	5,82	5,94	4,90	<b>5,55</b>	5,23	5,13	4,78	<b>5,04</b>	5,77	5,73	4,42	<b>5,31</b>	6,15	5,97	5,28	<b>5,80</b>
9	Оп Мр	3,82	3,78	3,25	<b>3,62</b>	3,53	3,85	3,50	<b>3,63</b>	3,30	4,29	3,89	<b>3,83</b>	3,14	3,33	3,61	<b>3,36</b>	3,82	3,39	3,98	<b>3,73</b>

Таблица А.13 – Среднее содержание натрия в корнеплодах сахарной свеклы за 2023–2025 гг., ммоль/100 г

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	0,76	0,79	0,87	0,80	0,97
2	МС (27038x12126)	1,07	0,99	0,90	1,11	1,16
3	Оп 6279	0,98	1,01	1,12	1,11	1,56
4	Крокус	0,73	0,81	0,87	0,81	0,87
5	МС 12169	0,86	0,80	0,87	1,02	1,07
6	Оп Фа	0,90	1,02	1,02	1,21	1,14
7	Луч	0,68	0,72	0,75	0,89	0,72
8	МС (11348x11301)	0,82	1,10	1,16	0,98	0,91
9	Оп Мр	0,72	0,65	0,79	0,72	0,73

Таблица А.14 – Среднее содержание влаги в корнеплодах сахарной свеклы за 2023–2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	7,30	6,95	6,80	6,45	7,60
2	МС (27038x12126)	6,60	4,97	5,17	5,73	6,87
3	Оп 6279	8,23	5,14	5,73	5,63	7,23
4	Крокус	7,93	6,80	6,57	5,70	8,13
5	МС 12169	7,60	4,75	5,30	5,90	7,10
6	Оп Фа	6,55	5,57	5,10	5,17	6,40
7	Луч	6,90	6,30	7,00	6,80	6,93
8	МС (11348x11301)	6,80	4,85	6,80	5,87	6,15
9	Оп Мр	7,87	5,40	7,90	7,25	8,05

Таблица А.15 – Среднее содержание общего азота в корнеплодах сахарной свеклы за 2023–2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	0,90	1,19	0,96	0,69	1,13
2	МС (27038x12126)	0,35	0,54	0,60	0,47	0,60
3	Оп 6279	0,97	0,77	0,52	0,59	0,71
4	Крокус	0,89	1,14	1,02	0,89	1,40
5	МС 12169	1,00	0,71	0,89	0,87	0,84
6	Оп Фа	1,22	0,87	0,93	1,00	0,88
7	Луч	1,56	1,08	1,23	1,13	1,22
8	МС (11348x11301)	0,65	0,47	1,12	0,79	0,79
9	Оп Мр	1,08	0,62	0,97	0,96	0,83

Таблица А.16 – Среднее содержание общего фосфора в корнеплодах сахарной свеклы за 2023–2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	0,109	0,097	0,076	0,059	0,090
2	МС (27038x12126)	0,096	0,073	0,088	0,075	0,202
3	Оп 6279	0,054	0,129	0,119	0,030	0,162
4	Крокус	0,080	0,110	0,107	0,048	0,113
5	МС 12169	0,096	0,050	0,117	0,060	0,132
6	Оп Фа	0,098	0,050	0,170	0,067	0,099
7	Луч	0,061	0,055	0,059	0,080	0,166
8	МС (11348x11301)	0,072	0,091	0,138	0,111	0,147
9	Оп Мр	0,091	0,110	0,060	0,129	0,087

Таблица А.17 – Среднее содержание общего калия в корнеплодах сахарной свеклы за 2023–2025 гг., %

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1	Фон 2	Фон 3	Фон 4	Фон 5
1	Первомайский	1,09	1,06	1,05	1,10	1,04
2	МС (27038x12126)	0,99	0,85	0,87	0,91	1,07
3	Оп 6279	0,98	0,92	0,82	0,78	0,75
4	Крокус	1,27	1,23	0,95	1,05	1,07
5	МС 12169	0,90	0,80	0,74	1,05	0,86
6	Оп Фа	0,92	0,81	0,69	0,74	0,69
7	Луч	0,96	1,10	0,75	1,22	1,13
8	МС (11348x11301)	0,70	0,66	0,83	0,74	0,69
9	Оп Мр	0,81	0,93	0,80	0,74	0,64

Таблица А.18 – Густота стояния растений за 2023-2025 гг., тыс. шт/га

№ п.п	Селекционный материал	Фон 1 (контроль, без удобрений)				Фон 2 ( N30P30K30 )				Фон 3 ( N60P60K60)				Фон 4 ( N90P90K90)				Фон 5 (N120P120K120)			
		2023 год	2024 год	2025 год	среднее	2023 год	2024 год	2025 год	Среднее	2023 год	2024 год	2025 год	среднее	2023 год	2024 год	2025 год	среднее	2023 год	2024 год	2025 год	среднее
1	Первомайский	113	109	97	<b>106</b>	109	121	93	<b>107</b>	111	118	84	<b>104</b>	111	111	85	<b>102</b>	113	106	91	<b>103</b>
2	МС (27038x12126)	113	111	105	<b>110</b>	116	126	90	<b>111</b>	80	111	85	<b>92</b>	94	104	99	<b>99</b>	84	133	97	<b>105</b>
3	Оп 6279	111	118	80	<b>103</b>	106	116	90	<b>104</b>	108	113	83	<b>101</b>	104	111	78	<b>97</b>	101	118	89	<b>103</b>
4	Крокус	111	113	91	<b>105</b>	118	113	102	<b>111</b>	124	133	106	<b>121</b>	124	116	107	<b>116</b>	104	118	115	<b>112</b>
5	МС 12169	115	116	90	<b>107</b>	126	109	84	<b>106</b>	119	136	78	<b>111</b>	105	123	100	<b>109</b>	113	123	96	<b>111</b>
6	Оп 18 Фа	111	116	67	<b>98</b>	93	123	78	<b>98</b>	119	128	62	<b>103</b>	93	79	62	<b>78</b>	72	131	81	<b>95</b>
7	Луч	100	109	85	<b>98</b>	113	121	80	<b>105</b>	107	123	88	<b>106</b>	120	138	81	<b>113</b>	111	116	89	<b>105</b>
8	МС (11348x11301)	122	106	91	<b>106</b>	115	113	107	<b>112</b>	59	113	88	<b>87</b>	106	113	95	<b>105</b>	100	106	91	<b>99</b>
9	Оп 18 Мр	119	136	99	<b>118</b>	100	111	81	<b>97</b>	115	86	65	<b>89</b>	108	101	86	<b>98</b>	100	111	88	<b>100</b>

Таблица А.19 – Урожайность растений за 2023-2025 гг., т/га

№ п.п.	Селекционный материал	Фон 1 (контроль, без удобрений)				Фон 2 ( N30P30K30 )				Фон 3 ( N60P60K60)				Фон 4 ( N90P90K90)				Фон 5 (N120P120K120)			
		2023 год	2024 год	2025 год	среднее	2023 год	2024 год	2025 год	среднее	2023 год	2024 год	2025 год	среднее	2023 год	2024 год	2025 год	среднее	2023 год	2024 год	2025 год	среднее
1	Первомайский	44,5	46,4	45,6	<b>45,5</b>	55,0	50,6	49,5	<b>51,7</b>	56,1	51,1	49,8	<b>52,3</b>	56,6	51,6	50,2	<b>52,8</b>	62,7	54,1	54,8	<b>57,2</b>
2	МС (27038x12126)	13,3	40,7	37,4	<b>30,5</b>	15,6	41,2	37,5	<b>31,4</b>	18,8	46,4	39,0	<b>34,7</b>	19,0	47,9	39,6	<b>35,5</b>	30,4	48,4	40,5	<b>39,8</b>
3	Оп 6279	15,6	38,5	33,8	<b>29,3</b>	20,7	43,5	34,0	<b>32,7</b>	26,9	46,9	35,8	<b>36,5</b>	33,7	47,4	43,3	<b>41,5</b>	35,0	52,6	44,2	<b>43,9</b>
4	Крокус	36,1	46,7	50,0	<b>44,3</b>	53,3	48,6	53,2	<b>51,7</b>	52,2	48,9	54,6	<b>51,9</b>	55,4	52,3	57,7	<b>55,1</b>	61,6	52,6	63,5	<b>59,2</b>
5	МС 12169	30,0	28,6	41,5	<b>33,4</b>	28,8	30,6	45,9	<b>35,1</b>	32,4	34,1	46,8	<b>37,8</b>	35,7	36,5	50,7	<b>41,0</b>	37,8	39,5	55,6	<b>44,3</b>
6	Оп Фа	17,0	24,2	26,4	<b>22,6</b>	20,1	26,7	35,1	<b>27,3</b>	26,0	31,1	35,8	<b>31,0</b>	28,1	29,4	37,2	<b>31,6</b>	48,3	40,0	38,3	<b>42,2</b>
7	Луч	49,6	40,0	56,4	<b>48,7</b>	55,6	43,5	57,7	<b>52,2</b>	60,5	45,9	59,0	<b>55,2</b>	70,2	47,2	59,6	<b>59,0</b>	87,1	52,3	61,9	<b>67,1</b>
8	МС (11348x11301)	16,9	25,7	36,7	<b>26,4</b>	18,0	25,9	37,7	<b>27,2</b>	23,3	28,6	37,9	<b>30,0</b>	26,5	27,2	39,0	<b>30,9</b>	32,1	27,4	39,8	<b>33,1</b>
9	Оп Мр	14,6	21,5	42,0	<b>26,0</b>	18,0	22,2	43,3	<b>27,9</b>	22,1	24,4	44,1	<b>30,2</b>	24,1	25,9	45,2	<b>31,7</b>	24,4	28,1	45,7	<b>32,8</b>





Таблица А.24 – Корреляционная матрица изученных признаков, фон 5

	Сахаристость	Урожайность	а-аминный азот	Щелочность	Густота	Выход сахара	Потери сахара	Калий	Натрий
Сахаристость	–	0,66				0,59			
Урожайность		–				0,68			
а-аминный азот			–	-0,84			0,80	0,59	0,43
Щелочность				–			-0,68	-0,44	
Густота					–		0,42		0,60
Выход сахара						–	-0,39	-0,52	
Потери сахара							–	0,79	0,50
Калий								–	0,46
Натрий									–

Таблица А.25 – Результаты сравнения вариантов опыта по значимым признакам сахарной свеклы (t-критерий Стьюдента, 2023 г.)

Признак	Первое среднее	Второе среднее	t-критерий
Фон 1 – 2			
Натрий	0,73	0,83	2,52*
Фон 1 – 3			
Сахаристость	17,17	16,68	2,42*
Урожайность	3,56	4,77	2,39*
Выход сахара	15,64	14,64	4,37**
Натрий	0,73	0,86	3,19**
Фон 1 – 4			
Урожайность	3,56	5,24	3,28**
Выход сахара	15,64	14,91	3,43**
Натрий	0,73	0,90	3,19**
Фон 1 – 5			
Сахаристость	17,17	16,75	2,57*
Урожайность	3,56	6,29	4,78**
Щелочность	2,31	2,02	2,24*
Густота	112,67	99,64	3,08**
Выход сахара	15,64	14,36	5,75**
Натрий	0,73	1,15	5,10**

Таблица А.26 – Результаты сравнения вариантов опыта по значимым признакам сахарной свеклы (t-критерий Стьюдента, 2024 г.)

Признак	Первое среднее	Второе среднее	t-критерий
1 – 2			
Потери сахара	1,84	1,62	2,25*
1 – 3			
Сахаристость	15,65	16,03	2,31*
1 – 4			
Сахаристость	15,65	16,38	3,73**
Урожайность	4,68	5,48	2,12*
Альфа-аминный азот	2,19	2,80	2,28*
1 – 5			
Сахаристость	15,65	16,56	4,53**
Урожайность	4,68	5,93	3,31**

Таблица А.27 – Результаты сравнения вариантов опыта по значимым признакам сахарной свеклы (t-критерий Стьюдента, 2025 г.)

Признак	Первое среднее	Второе среднее	t-критерий
1 – 4			
Щелочность	2,61	2,15	2,33*
1 – 5			
Сахаристость	16,52	17,86	4,80**
Урожайность	11,09	13,32	2,88**
Альфа-аминный азот	2,24	3,47	4,09**
Потери сахара	1,63	2,02	4,04**
Калий	4,05	4,65	2,91**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

На рисунках Б.1-Б.8 представлены исходные данные статистической обработки результатов проведенного опыта

Количественная оценка влияния условий года выращивания, генотипа сорта, фона и их сочетания проводилась с помощью схемы трёхфакторного дисперсионного анализа.

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа сахаристости

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	33,84	82,54**	0,22	18,7
Между сортами	8	8,23	20,07**	0,16	13,1
Между фонами	4	5,64	13,76**	0,6	4,9
«Год x сорт»	16	3,62	8,83**	0,19	16,1
«Год x фон»	8	5,00	12,20**	0,15	12,8
«Сорт x фон»	32	0,45	1,10	0,00	0,0
«Год x сорт x фон»	64	0,46	1,12	0,00	0,0
Остаточная	315	0,41	-	0,41	34,4

Таблица 2 – Результаты дисперсионного анализа урожая

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	2438,10	1492,88**	16,24	71,3
Между сортами	8	157,46	96,42**	3,12	13,7
Между фонами	4	53,81	32,95**	0,58	2,5
«Год x сорт»	16	22,04	13,49**	1,22	5,4
«Год x фон»	8	2,54	1,56	0,00	0,0
«Сорт x фон»	32	1,02	0,62	0,00	0,0
«Год x сорт x фон»	64	0,74	0,45	0,00	0,0
Остаточная	315	1,63	-	1,63	7,2

Таблица 3 – Результаты дисперсионного анализа содержания азота

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	6,25	11,98**	0,04	2,7
Между сортами	8	10,35	19,84**	0,20	13,9
Между фонами	4	4,87	9,34**	0,05	3,4
«Год x сорт»	16	6,07	11,65**	0,33	23,6
«Год x фон»	8	3,12	5,97**	0,09	6,1
«Сорт x фон»	32	1,10	2,11**	0,06	4,1
«Год x сорт x фон»	64	0,96	1,84**	0,13	9,3
Остаточная	315	0,52	-	0,52	36,8

Таблица 4 – Результаты дисперсионного анализа щелочности

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	2,29	8,98**	0,01	2,6
Между сортами	8	3,57	13,99**	0,07	12,6
Между фонами	4	3,56	13,97**	0,04	7,0
«Год x сорт»	16	1,73	6,79**	0,09	16,8
«Год x фон»	8	0,79	3,11**	0,02	3,4
«Сорт x фон»	32	0,37	1,43	0,00	0,0
«Год x сорт x фон»	64	0,43	1,67**	0,05	10,2
Остаточная	315	0,25	-	0,25	47,4

Рисунок Б.1 – Результаты статистическая обработка данных

Таблица 5 – Результаты дисперсионного анализа густоты

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	412190,77	4085,41**	2747,27	94,4
Между сортами	8	423,23	4,19**	6,45	0,2
Между фонами	4	243,65	2,41*	1,59	0,1
«Год x сорт»	16	292,90	2,90**	11,52	0,4
«Год x фон»	8	311,64	3,09**	7,03	0,2
«Сорт x фон»	32	183,50	1,82**	8,26	0,3
«Год x сорт x фон»	64	193,64	1,92**	27,83	1,0
Остаточная	315	100,89	-	100,89	3,5

Таблица 6 – Результаты дисперсионного анализа выхода сахара

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	31,59	57,44**	0,21	11,7
Между сортами	8	33,26	60,47**	0,65	37,1
Между фонами	4	4,09	7,44**	0,04	2,2
«Год x сорт»	16	2,76	5,02**	0,13	7,5
«Год x фон»	8	5,95	10,82**	0,18	10,2
«Сорт x фон»	32	0,73	1,33	0,00	0,0
«Год x сорт x фон»	64	0,69	1,25	0,00	0,0
Остаточная	315	0,55	-	0,55	31,2

Таблица 7 – Результаты дисперсионного анализа потери сахара

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	0,72	14,47**	0,01	4,7
Между сортами	8	3,20	64,07**	0,01	5,7
Между фонами	4	0,49	9,87**	0,01	5,1
«Год x сорт»	16	0,45	9,01**	0,02	25,1
«Год x фон»	8	0,26	5,29**	0,01	7,0
«Сорт x фон»	32	0,06	1,15	0,00	0,0
«Год x сорт x фон»	64	0,05	1,09	0,00	0,0
Остаточная	315	0,05	-	0,05	52,4

Таблица 8 – Результаты дисперсионного анализа содержания калия

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	16,73	78,13**	0,11	11,6
Между сортами	8	24,40	113,95**	0,48	50,9
Между фонами	4	1,76	8,24**	0,02	1,8
«Год x сорт»	16	2,03	9,48**	0,11	11,5
«Год x фон»	8	0,80	3,74**	0,02	2,1
«Сорт x фон»	32	0,26	1,21	0,00	0,0
«Год x сорт x фон»	64	0,25	1,19	0,00	0,0
Остаточная	315	0,21	-	0,21	22,1

Рисунок Б.2 – Результаты статистическая обработка данных

Таблица 9 – Результаты дисперсионного анализа содержания натрия

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	5,54	87,74**	0,04	24,7
Между сортами	8	1,11	17,55**	0,02	14,2
Между фонами	4	0,42	6,68**	0,01	2,7
«Год x сорт»	16	0,30	4,78**	0,01	9,7
«Год x фон»	8	0,27	4,34**	0,01	4,7
«Сорт x фон»	32	0,11	1,69*	0,01	3,4
«Год x сорт x фон»	64	0,07	1,12	0,00	0,0
Остаточная	315	0,06	-	0,06	40,6

Для удобства анализа информации, доля влияния факторов на признаки можно разместить в сводной таблице 10.

Таблица 10 – Доли вклада факторов в общую изменчивость признаков свеклы

Изменчивость	Сах	Ур	Азот	Щел	Густ	ВСах	ПСах	Калий	Натр
Между годами	18,7	<b>71,3</b>	2,7	2,6	<b>94,4</b>	11,7	4,7	11,6	<b>24,7</b>
Между сортами	13,1	13,7	13,9	12,6	0,2	<b>37,1</b>	5,7	<b>50,9</b>	<b>14,2</b>
Между фонами	<b>4,9</b>	2,5	3,4	<b>7,0</b>	0,1	2,2	<b>5,1</b>	1,8	2,7
«Год x сорт»	16,1	5,4	<b>23,6</b>	<b>16,8</b>	0,4	7,5	<b>25,1</b>	11,5	9,7
«Год x фон»	<b>12,8</b>	0,0	<b>6,1</b>	3,4	0,2	<b>10,2</b>	7,0	2,1	4,7
«Сорт x фон»	0,0	0,0	<b>4,1</b>	0,0	<b>0,3</b>	0,0	0,0	0,0	<b>3,4</b>
«Год x сорт x фон»	0,0	0,0	<b>9,3</b>	<b>10,2</b>	<b>1,0</b>	0,0	0,0	0,0	0,0
Остаточная	34,4	7,2	36,8	47,4	3,5	31,2	52,4	22,1	40,6

Из-за особенностей структуры данных дисперсионный анализ урожайности проводился по двухфакторной схеме с разными сочетаниями факторов (таблицы 11-13).

Таблица 11 – Результаты дисперсионного анализа урожайности

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	1020,17	29,14**	21,29	9,9
Между сортами	8	1706,39	48,74**	111,43	50,3
«Год x сорт»	16	300,25	8,57**	53,05	24,0
Остаточная	108	35,01	-	35,01	15,8

Таблица 12 – Результаты дисперсионного анализа урожайности

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между сортами	8	1706,39	19,67**	107,98	50,5
Между фонами	4	606,14	6,98**	19,24	9,0
«Сорт x фон»	32	12,32	0,14	0,00	0,0
Остаточная	90	86,74	-	86,74	40,5

Рисунок Б.3 – Результаты статистическая обработка данных

Таблица 13 – Результаты дисперсионного анализа урожайности

Изменчивость	Степени свободы	Средний квадрат	Критерий Фишера	Дисперсия	Доля влияния, %
Между годами	2	1020,17	6,32**	19,09	9,7
Между фонами	4	606,14	3,76**	16,48	8,4
«Год x фон»	8	56,73	0,35	0,00	0,0
Остаточная	120	161,31	-	161,31	81,9

Корреляционные зависимости достоверные на 5%-ном уровне значимости (по трёхлетним данным)

Между **сахаристостью** и  
урожаем (0,36),  
урожайностью (0,24),  
густотой (0,32),  
выходом сахара (0,64),  
содержанием натрия (-0,18).

Между **урожаем** и сахаристостью (0,36),  
урожайностью (0,67),  
щелочностью (-0,29),  
густотой (-0,36),  
выходом сахара (0,34),  
содержанием калия (-0,18).

Между **урожайностью** и сахаристостью (0,24),  
урожаем (0,67),  
щелочностью (-0,19),  
выходом сахара (0,35),

Между **содержанием азота** и щелочностью (-0,76),  
выходом сахара (-0,22),  
потерей сахара (0,63),  
содержанием калия (0,41),  
содержанием натрия (0,21).

Между **щелочностью** и урожаем (-0,29),  
урожайностью (-0,19),  
содержанием азота (-0,76),  
потерей сахара (-0,55),  
содержанием калия (-0,20),  
содержанием натрия (-0,17).

Между **густотой** и сахаристостью (0,32),  
урожаем (-0,36),  
выходом сахара (0,23),  
потерей сахара (0,19),  
содержанием калия (0,20).

Рисунок Б.4 – Результаты статистическая обработка данных

Между **выходом сахара** и сахаристостью (0,64),  
урожаем (0,34),  
урожайностью (0,35),  
содержанием азота (-0,22),  
густотой (0,23),  
потерей сахара (-0,39),  
содержанием калия (-0,35),  
содержанием натрия (-0,38).

Между **потерей сахара** и содержанием азота (0,63),  
щелочностью (-0,55),  
густотой (0,19),  
выходом сахара (-0,39),  
содержанием калия (0,75),  
содержанием натрия (0,41).

Между **содержанием калия** и урожаем (-0,18),  
содержанием азота (0,41),  
щелочностью (-0,20),  
густотой (0,20),  
выходом сахара (-0,35),  
потерей сахара (0,75),

Между **содержанием натрия** и сахаристостью (-0,18),  
содержанием азота (0,21),  
щелочностью (-0,17),  
выходом сахара (-0,38),  
потерей сахара (0,41).

Группировка сортов по общей объединенной выборке (со всеми вариантами фона) (9 объектов) проведена с помощью кластерного анализа по методу Уорда (рисунок 1).

Также группировка проведена по сортам с учетом фона (45 объектов) (рисунок 2).

**Рисунок Б.5 – Результаты статистическая обработка данных**



На рисунке 1 видно, что на уровне 40 усл. ед. выделяется два кластера. В первый кластер вошли: 9 - Оп 18 Мр. 8 - МС (11348х11301), 6 - Оп 18 Фа, 5 - МС 12169, 3 - Оп 6279, 2 - МС (27038х12126), а во второй кластер – 7 – Луч, 4 – Крокус, 1 – Первомайский.

Средние значения образцов, вошедших в кластеры сравнивались с помощью t-критерий Стьюдента (таблица 14).

Таблица 14 – Сравнение средних значений признаков сортообразцов в выделенных кластерах

Признак	Первый кластер	Второй кластер	t-критерий
SAX	16,50	17,03	2,26
UR	6,01	9,51	8,33**
UROZ	33,27	53,60	8,31**
AZOT	2,76	2,38	1,12
SHEL	2,30	2,37	0,35
GUST	53,27	57,32	2,02
VSAX	14,39	15,46	2,38*
PSAX	1,84	1,65	1,05
K	4,73	4,29	0,85
Na	0,98	0,81	1,88

Из таблицы 14 видно, что образцы из второго кластера статистически достоверно опережают образцы из первого кластера по урожаю (UR), урожайности (UROZ) и выходу сахара (VSAX). Так как выборка для сравнения небольшая – результат может быть не точен (отсутствие нормального распределения при расчете критерия Стьюдента).

Из рисунка 2 видно, что на уровне 25 усл. ед. выделяется три кластера.

№	Кластер	SORT-FON
1	3	Первомайский 1
2	2	МС (27038х12126)1
3	2	Оп 62791
4	3	Крокус 1
5	2	МС 121691
6	2	Оп 18 Фа1
7	1	Луч 1
8	2	МС (11348х11301)1
9	2	Оп 18 Мр1
10	1	Первомайский 2
11	2	МС (27038х12126)2
12	2	Оп 62792
13	1	Крокус 2
14	2	МС 121692
15	2	Оп 18 Фа2
16	1	Луч 2
17	2	МС (11348х11301)2
18	2	Оп 18 Мр2
19	1	Первомайский 3

Рисунок Б.7 – Результаты статистическая обработка данных

20	3	МС (27038x12126)3
21	2	Оп 62793
22	1	Крокус 3
23	2	МС 121693
24	2	Оп 18 Фа3
25	1	Луч 3
26	3	МС (11348x11301)3
27	2	Оп 18 Мр3
28	1	Первомайский 4
29	2	МС (27038x12126)4
30	3	Оп 62794
31	1	Крокус 4
32	3	МС 121694
33	3	Оп 18 Фа4
34	1	Луч 4
35	2	МС (11348x11301)4
36	2	Оп 18 Мр4
37	1	Первомайский 5
38	3	МС (27038x12126)5
39	3	Оп 62795
40	1	Крокус 5
41	3	МС 121695
42	3	Оп 18 Фа5
43	1	Луч 5
44	2	МС (11348x11301)5
45	2	Оп 18 Мр5

Средние значения признаков в кластерах, выделенных с учетом фона

Кластер	SAX	UR	UROZ	AZOT	SHEL	GUST	VSAX	PSAX	K	Na
1	17,10	9,75	54,94	2,42	2,31	57,38	15,42	1,65	4,29	0,82
2	16,51	5,64	30,91	2,67	2,37	55,67	14,49	1,80	4,66	0,90
3	16,52	7,08	39,88	2,83	2,24	49,36	14,44	1,87	4,79	1,08
Среднее	16,68	7,18	40,04	2,64	2,32	54,62	14,74	1,77	4,58	0,92

Рисунок Б.8 – Результаты статистическая обработка данных



Рисунок Б.9 – Предпосевная культивация опытного участка



Рисунок Б.10 – Всходы посева сахарной свеклы



Рисунок Б.11 – Учет количества листьев (сентябрь)



Рисунок Б.12 – Корнеплоды сахарной свеклы перед уборкой



Рисунок Б.13 – Свекловичный долгоносик (вредитель на посевах сахарной свеклы)



Рисунок Б.14 – Фасции растений сахарной свеклы



Рисунок Б.15 – Сахариметр Betalyser

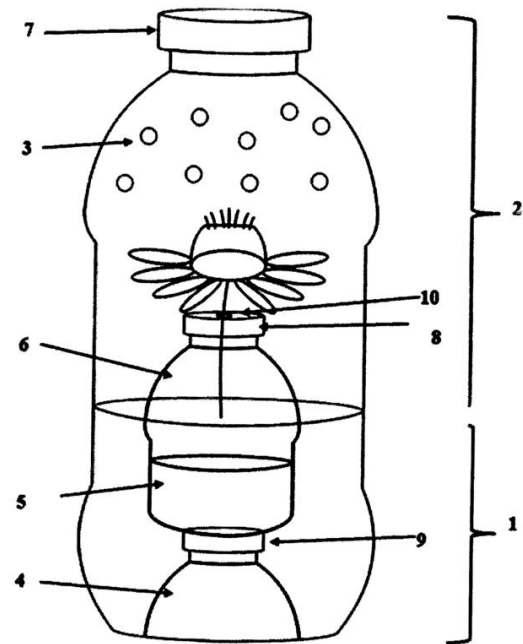


Рисунок Б.16 – Контейнер для аномально развитых растений



г. Гулькевичи, ул. Чехова, 17  
 Гулькевичского района  
 Краснодарского края п.и. 352191  
 Рас. счет 40702810030320100249  
 Краснодарское отделение № 8619  
 ПАО Сбербанк г. Краснодар  
 E-mail: zao\_pzgul@mail.ru

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
 «ПЛЕМЗАВОД ГУЛЬКЕВИЧСКИЙ»

БИК 040349602 ИНН 2329003841  
 Кор. счет 30101810100000000602  
 Факс (8-861-60) 5-96-97  
 Код ОКОНХ 21220 ОКПО 00651559  
 Код КПП 232901001  
 ОГРН 1022303582806  
 Код ст. Гулькевичи СК ЖД № 5296

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор

АО «Племзавод Гулькевичский»

 П.О. Полтинин

27.09.2025 г.

352 191, Россия, Краснодарский край,  
 Гулькевичский район, г. Гулькевичи,  
 ул. Чехова, 17.

Тел.: (86160) 5-96-97

e-mail: zao\_pzgul@mail.ru

**АКТ ВНЕДРЕНИЯ**

Результатов диссертационной работы Дмитровой Е.С. «Оценка родительских форм на различных фонах минерального питания при создании грибов сахарной свеклы».

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы «Оценка родительских форм на различных фонах минерального питания при создании грибов сахарной свеклы» были внедрены на полях АО «Племзавод Гулькевичский» в 2025 году.

Первомайский. На площади 110 га (в структуре севооборота общей площадью 7 286 га) применена норма внесения минеральных удобрений  $N_{120}P_{120}K_{120}$  кг/га действующего вещества, рассчитанная с учетом генотипических особенностей гибрида и почвенно-климатических условий зоны возделывания.



Главный агроном  
 М.П.



С.В. Лысенский

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
**«ПЕРВОМАЙСКАЯ СЕЛЕКЦИОННО-ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ  
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ»**

(ФГБНУ Первомайская СОС ИНН 2329023485 КПП 232901001)

352193, Россия, Краснодарский край,  
г.Гулькевичи, ул.Тимирязева, 2а

Тел.: (86160) 5-62-97, 5-62-92

Факс: (86160) 5-62-96

e-mail: 1maybest@mail.ru

сайт: 1maybest.ru

### АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Результатов диссертационной работы Дмитриевой Е.С. «Оценка родительских форм на различных фонах минерального питания при создании гибридов сахарной свеклы»

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы «Оценка родительских форм на различных фонах минерального питания при создании гибридов сахарной свеклы» были внедрены в селекционном процессе ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы» в 2025 году.

Отцовская линия Оп Мр рекомендована и используется в качестве базового опылителя при создании гибридов интенсивного типа. Линия включена в рабочие схемы скрещиваний для снижения содержания мелассообразующих элементов ( $\alpha$ -аминоазота, калия и натрия) в потомстве.

Директор

М.п.



А.В. Логвинов