

На правах рукописи



ЛОГВИНОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ТОЛЕРАНТНЫХ К
ЦЕРКОСПОРОЗУ И ГЕРБИЦИДАМ ЛИНИИ И ГИБРИДОВ
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ: ФЕНОТИПИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ,
ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы» (ФГБНУ Первомайская СОС) в период 2004-2020 гг.

Официальные оппоненты: **Супрунов Анатолий Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко», заведующий отделом селекции и семеноводства кукурузы

Костылев Павел Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», главный научный сотрудник

Орлянский Николай Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, Воронежский филиал ФГБНУ ВНИИ кукурузы, директор

Ведущая организация: ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»

Защита диссертации состоится «26» мая 2022 г. в 9⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета: Д 220.038.03 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, 1 этаж, ауд. 106).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 и на сайтах <http://www.kubsau.ru>, Высшей аттестационной комиссии – <http://vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан «10» марта 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор биологических наук, профессор



Л.В. Цаценко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Площади свеклосеяния в Краснодарском крае в последние годы варьировали от 180 до 208 тыс. га, а ежегодное производство корнеплодов сахарной свеклы составляет около 25% от общего объема производства корнеплодов в Российской Федерации.

Свекловодство по-прежнему остается одной из наиболее наукоемких, технологически и организационно сложных отраслей. Средняя урожайность ее за последние годы повысилась, однако, все еще далека от уровня развитых европейских стран (В.Н. Иванова, С.Н. Серегин, В.С. Гринько 2014; М.А. Смирнов, 2018; В.Л. Вербицкий, Н.Г. Гизбуллин, 1983; Н.Г. Гизбуллин, 1987).

Несмотря на достигнутые успехи отечественного свеклосахарного комплекса, сохраняются технологические риски, вызванные отставанием в методологии научных исследований, торможением процесса внедрения селекционных и семеноводческих разработок, что усиливает импортную зависимость от иностранных поставщиков семян сахарной свеклы и может привести к дестабилизации сахарной промышленности (В.В. Моисеев, 2018, В.В. Моисеев, А.В. Моисеев, 2019; Н.Г. Гизбуллин, Г.М. Нагорный, 1984; И.И. Гуреев, 2019).

Заполнение отечественного рынка семян гибридов иностранной селекции в большинстве случаев происходило и происходит не столько по причине их более высокого генотипического потенциала, сколько за счет прогрессивных агротехнологий выращивания семян, тщательной подготовки их на специализированных заводах (шлифовка, калибровка, дражирование и т.п.), что создает им преимущества для стартового роста растений и дальнейшего формирования урожая.

В Комплексном плане научных исследований Российской Федерации (КПНИ РФ) «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы» особое внимание наряду с совершенствованием агротехнологий уделяется созданию и внедрению в производство новых отечественных высокопродуктивных гибридов, устойчивых к болезням и неблагоприятным факторам среды (В.Г. Кайшев, С.Н. Серегин, А.В. Корниенко, 1971; А.В. Корниенко, 1994; А.В. Корниенко, А. К. Буторина, 2014; Е.А. Дворянкин, М.С. Ярощук, 2013).

В будущем основную часть прибавки урожайности предусматривается получать за счет новых гибридов, при этом следует учитывать, что с ростом продуктивности гибридов устойчивость их к абиотическим и биотическим стрессам может снижаться, а возрастет влияние тех факторов среды, оптимизировать которые в полевых условиях за счет техногенных средств не всегда возможно.

Отставание с созданием и внедрением в производство гибридов устойчивых к неблагоприятным внешним условиям, создает ситуацию, при которой возрастает опасность повреждения коммерческих гибридов от

засухи, сорняков, влияния гербицидов и весенних заморозков, и уменьшает экономические показатели.

Главным направлением селекции является сохранение стабильности достигнутого уровня и дальнейшего повышения продуктивности перспективных гибридов устойчивых к факторам среды (О.Е. Святова, 2008; М.А. Смирнов, 2018; В. А. Драгавцев, 2013; И.К. Кобецкая, 2003).

Среди приоритетных факторов в процессе реализации государственной политики импортозамещения важное значение в наших исследованиях придавалось следующим основным мероприятиям:

- ускоренному получению новых рентабельных отечественных гибридов, в том числе биотехнологических, созданных на основе современных методов биотехнологии и генной инженерии;
- организации системы ускоренного первичного и репродукционного семеноводства новых гибридов сахарной свеклы;
- внедрению ресурсосберегающих агротехнологий производства, обеспечивающих снижение материальных затрат и пестицидной нагрузки на окружающую среду.

Учитывая, что традиционная селекция далеко не исчерпала свои возможности повышения продуктивности сахарной свеклы, все же следует признать, что она уже не может обеспечить коренную перестройку растения. Поэтому особую значимость в дальнейших исследованиях приобретает разработка способов биотехнологии для получения большего генетического разнообразия и отбора форм с новыми целевыми признаками и свойствами (И.Я. Балков, А.В. Логвинов, В.Н. Мищенко, 2017; М.А. Богомоллов, 2017, Н.Г. Гизбуллин, 2014).

Новые линейные и межлинейные формы создавались с использованием следующих, ранее полученных, наиболее ценных селекционных материалов с учетом усиления определенных признаков. Предъявляемые на современном этапе требования к гибридам сахарной свеклы, включают в себя и высокую адаптивность и экологическую стабильность.

Приведенные положения раскрывают степень разработанности темы и актуальность данной работы, которая посвящена технологии создания обычных и толерантных к церкоспорозу и гербицидам линий и гибридов сахарной свеклы, а также разработка ресурсосберегающих технологий в семеноводстве и производственных посевах.

Цели и задачи исследований. Целью исследований является создание толерантных к церкоспорозу и глифосату комбинационно способных линий сахарной свеклы в качестве доноров устойчивости на базе отечественных самофертильных раздельноплодных линий О-типа, МС линий и сростноплодных фертильных линий-опылителей. Получение рентабельных, устойчивых к церкоспорозу обычных и толерантных к глифосату биотехнологических гибридов, что приведет к существенному снижению

затрат на производство и снижение пестицидной нагрузки на окружающую среду.

Достижение цели было связано с решением следующих основных задач:

- изучить особенности отдельноплодных линий-закрепителей, стерильности О-типа, их МС аналогов и сростноплодных линий-опылителей (ОП);

- отобрать наиболее ценные по комбинационной способности МС линии и линии-опылители в качестве доноров устойчивости к церкоспорозу и глифосату;

- изучить урожайность и качество корнеплодов экспериментальных (пробных) топкроссных и коммерческих гибридов, долю вклада факторов в дисперсию изучаемых признаков, а также величину конкурсного гетерозиса;

- установить реакцию обычных и биотехнологических гибридов и их родительских форм в процессе тестирования на ранних этапах онтогенеза и в полевых условиях;

- разработать технологию выращивания биотехнологических гибридов; разработать ускоренную технологию выращивания семян сахарной свеклы;

- разработать теоретические основы семеноводства новых биотехнологических гибридов сахарной свеклы.

- проанализировать перспективные обычные и биотехнологические гибриды сахарной свеклы по параметрам экономической и биоэнергетической эффективности их выращивания.

Научная новизна исследований. В результате селекционно-генетического изучения получены новые отдельноплодные линии-закрепители стерильности с закрепляющей способностью 100 % и их МС аналоги с уровнем стерильности и отдельноплодности 100 %. Впервые получены биотехнологические отдельноплодные МС линии (ТМС линии) и сростноплодные биотехнологические линии-доноры устойчивости к глифосату (ТОп).

Наиболее ценные комбинационно способные линии использованы для получения пробных и коммерческих рентабельных обычных и биотехнологических гибридов. Определена доля влияния родительских форм на урожайность, сахаристость и сбор сахара. Разработана и издана технология создания биотехнологических гибридов сахарной свеклы и их технология ускоренного семеноводства. Дана характеристика пластичности, стабильности и гомеостатичности перспективных гибридов.

Исследования в таком аспекте на изучаемом наборе линий и гибридов сахарной свеклы для условий Западного Предкавказья проводятся впервые.

Практическая значимость работы. Получен, апробирован и рекомендован для селекционной практики новый исходный линейный материал с высокой комбинационной способностью, обладающий ценными биолого-хозяйственными признаками. Созданы линии-доноры и

перспективные рентабельные обычные и биотехнологические гибриды сахарной свеклы, устойчивые к церкоспорозу и глифосату.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации включены следующие гибриды сахарной свеклы, полученные с участием автора диссертации: Кубанский МС 90 (Авт. свид. № 40944), Кубанский МС 91 (Авт. свид. № 45370) и Патент на селекционное достижение № 3643, Кубанский МС 92 (Авт. свид. № 45371) и Патент на селекционное достижение № 3644, Кубанский МС 95 (Авт. свид. № 44869), Успех (Код № 925285), Вектор (Код № 9153641), Кулон (Код № 9153642), Азимут (Код № 8757255), Рубин (Код № 8457441), Карат (Код № 8457440), Первомайский (Код № 8356114).

В Государственном испытании проходят проверку перспективные новые гибриды Фрегат, Корвет, Престиж и устойчивый к церкоспорозу –Партнер.

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

При выполнении эксперимента использовались селекционные, агрономические, экономические и статистические методы.

При разработке, планирование и проведении исследований использовались различные источники информации (научные статьи, монографии и другие материалы). В ходе проведения эксперимента использовался системный подход.

Методика эксперимента базировалась на теории планирования селекционных исследований и многофакторных экспериментов в полевом опыте с применением регрессионного и дисперсионного анализов.

Апробация результатов исследований. Материалы диссертации докладывались ежегодно на заседаниях Ученого совета ФГБНУ Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы, на международных Конференциях в Минске (2013), Воронеже (2012), Краснодаре (2012), «Инновации в современной науке» (Прага, 2021), «Достижения современной науки: от теории к практике» (Минск, 2021), «Наука XXI века: актуальные вопросы, проблемы и перспективы» (Таджикистан, 2021), «Проблемы и перспективы развития современной науки» (Молдавия, 2021).

На международных инновационных выставках в Москве (2017, 2019, 2019), Санкт-Петербурге (2018, 2019, 2020), Севастополе (2018) и Краснодаре (2018). За этапные селекционно-семеноводческие исследования, выполненные на Первомайской селекционно-опытной станции при участии автора диссертации, получены семь Золотых медалей и одна Серебряная медаль.

Личный вклад соискателя. Соискатель участвовал в разработке программы и методике исследований, в проведении лабораторных,

селекционных и полевых экспериментов, наблюдений и анализов, научно оформил полученные данные, провел математический анализ и теоретически обосновал их. Доля личного участия соискателя в научных публикациях, выполненных в соавторстве, пропорциональна количеству соавторов.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- оценка раздельноплодных комбинационно способных линий-закрепителей стерильности и их МС аналогов, устойчивых к церкоспорозу;
- характеристика сростноплодных комбинационно способных обычных и биотехнологических линий – доноров устойчивости к церкоспорозу и глифосату;
- способы создания и тестирования новых и коммерческих гибридов сахарной свеклы;
- технология ускоренного семеноводства обычных и толерантных к глифосату гибридов;
- технология производственного выращивания обычных и биотехнологических гибридов сахарной свеклы и разработка энергосберегающих технологий;
- экологическая пластичность, стабильность полученных гибридов, их экономическая эффективность выращивания.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 291 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 6 глав, заключения, рекомендаций для практической селекции, семеноводства и производства. Список использованной литературы содержит 305 источника, из которых 52 на иностранном языке. Диссертация содержит 61 таблицу, 2 рисунка, а также включает в себя приложения.

Публикация результатов исследований. По материалам диссертации опубликовано 76 научных работы, в том числе 40 в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 3 в международной базе данных Scopus, 16 работ в различных изданиях и получено 14 авторских свидетельств и патентов РФ на изобретение, опубликовано 3 монографии.

Благодарности. Автор работы выражает искреннюю признательность за консультации при выполнении работы: ведущему научному сотруднику, кандидату сельскохозяйственных наук Мищенко Владимиру Николаевичу, доктору экономических наук, профессору Моисееву Виктору Васильевичу, доктору биологических наук, профессору Балкову Ивану Яковлевичу и доктору сельскохозяйственных наук Шевченко Анатолию Григорьевичу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 НАПРАВЛЕНИЯ И МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ: ИСТОРИЯ ВОПРОСА, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ (обзор литературы)

Представлен обзор литературы по изучению морфологических и биологических особенностей сахарной свеклы, основным направлениям и методам селекции. Отражены литературные и экспериментальные сведения об использовании ЦМС в селекции сахарной свеклы на гетерозис, о методах оценки комбинационной способности линий, способах создания линий обычных и биотехнологических гибридов сахарной свеклы и особенностях их производства.

В связи с новыми направлениями и методологией в селекции рассмотрены эволюционные процессы в семеноводстве, позволяющие повысить урожайность и качество семян.

2 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Почвенно-климатические и погодные условия

Исследования проводились в период 2004 – 2020 гг. в ФГБНУ Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы, которая расположена в северной части Гулькевического 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 содержатся: NO_3 – 28,1, P_2O_5 –29,2; K_2O – 385; S – 2,0; Mg – 3,8 мг/кг почвы.

Поглотительная способность почв достаточно высокая. В пахотном слое сумма поглощенных оснований составляет 36,2, а в нижележащих 37,8 мг-экв на 100 г почвы. Емкость поглощения 39,7 мг-экв на 100 г. почвы, степень насыщенности основаниями – 91 %. Реакция почвенного раствора в пахотном слое нейтральная и слабощелоченная (рН 6,0–7,8), с глубиной щелочность возрастает до средней и сильной.

2.2. Материал, методика и агротехника в опытах

Работа выполнялась в соответствии с тематическим планом исследований по государственному заданию 10.01.04.01 «Разработать и усовершенствовать методы селекции и научные основы систем создания,

размножения и возделывания новых высокопродуктивных гибридов раздельноплодной сахарной свеклы». Так же наши исследования проводились и по государственному заданию «Создать принципиально новые форма сахарной свеклы, устойчивые к гербицидам» (госзадание № 0693-2014-002).

Объектом исследований служили различные селекционные материалы: диплоидные раздельноплодные МС линии и линии-закрепители стерильности О-типа; сростноплодные линии-опылители, сорта и образцы из коллекции Первомайской СОС, а также популяции и гибриды зарубежной селекции.

Опыт 1. Создание линий-закрепителей стерильности и их МС аналогов. В этом опыте применялась внутривидовая гибридизация в сочетании с индивидуальным и индивидуально-семейственным отбором, а также инцухт-методом.

Гибридизацию проводили на пространственно-изолированных участках и под групповыми бязевыми изоляторами. Инцухт (после 3-го-4-го поколения) чередовали с размножением по типу сибсов.

Полученные таким образом линии оценивались нами методом топкросса по общей комбинационной способности (ОКС). Тестеры были переведены на стерильную основу и использовались в качестве материнской формы. С целью получения топкроссных гибридов на одном участке высаживались стерильные МС тестеры и линии-опылители в соотношении 4:1. Среди стерильных форм перед цветением проводилась браковка по стерильности пыльцы, раздельноплодности, устойчивости к болезням. Линии-опылители *mm* браковались по раздельноплодности (удалялись растения с двух-трех семянными плодами).

Тип стерильности пыльцы устанавливали по Оуэну. Определяли:

– полностью стерильные растения с генотипом $Sxxxz$. Фенотипически это светло-желтые пыльники, прозрачные, без пыльцы или с нежизнеспособной пылью;

– растения с типичной мужской стерильностью. Они имеют желтые пыльники с мелкой нежизнеспособной пылью и генотипом $SXxzz$, $SxxZz$, $SXXzz$, $SxxZZ$. Такие генотипы содержат один из двух доминантных аллелей в гомо- или гетерозиготном состоянии. Этот тип стерильности условно назван стерильностью первого типа;

– растения с частичной мужской стерильностью второго типа имеют генотипы $SXxZz$, $SXXZz$, $SXxZZ$, $SXXZZ$, т.е содержат доминантные аллели двух локусов в гомо- или гетерозиготном состоянии. Внешне такие растения не отличаются от нормальных, но пылинки содержат наполовину нежизнеспособную пылью.

Раздельноплодность определялась визуально, путем осмотра каждого растения. Растения классифицировались на три группы:

– растения, имеющие полностью односемянные плоды, относили к раздельноплодным;

– растения, у которых преобладали односемянные плоды, а двусемянные встречались только на центральном стебле, относили к одно- двусемянным;

– растения, у которых преобладали двух- и трехсемянные плоды, относили к двух- и многосемянным.

Опыт 2. Создание биотехнологических форм, устойчивых к гербицидам. Целью исследований было создание толерантных к глифосату форм сахарной свеклы в качестве доноров устойчивости на базе отечественных раздельноплодных линий О-типа и сростноплодных линий опылителей. Конечной целью было создание рентабельных, устойчивых к глифосату МС гибридов.

При отборе материала и методик исследования для определения генотипа сахарной свёклы по признаку толерантности к глифосату были положены менделевские представления о доминантности и рецессивности. Условно принималось, что толерантность контролируется доминантным геном устойчивости и что RR- гомозигота по доминанте, rr – гомозигота по рецессиву, а Rr – гетерозигота по признаку толерантности. Растения с признаками толерантности к глифосату обозначали как «Т- формы», например: ТММ – опылители, ТО – типы, ТМС – формы, ТГ – гибриды.

На первом этапе применяли самоопыление предполагаемых Т – форм, в потомстве которых растения 1-го и 2-го года жизни или погибали, или сохранялись после опрыскивания глифосатом в разных дозах.

В наших опытах, с целью получения толерантных селекционных материалов, в качестве реципиента мы использовали ранее созданные нами: многосемянные фертильные линии; односемянные фертильные линии О – типа. В качестве МС – тестера и, возможно, будущего материнского компонента Т-гибрида использовали МС – линии, стерильные по пыльце.

В процессе самоопыления и размножения по типу sibсов применяли индивидуальные и парные изоляторы, групповые и вегетационные кабины, а для получения пробных гибридов компоненты скрещивания высаживали на небольших пространственно – изолированных участках (на расстоянии 2-3 км друг от друга) для свободного переопыления. Эффективность скрещивания во многом зависела от синхронности (или несинхронности) цветения компонентов скрещивания. Полученные в опытах пробные ТМС-гибриды и отцовские компоненты (ТММ) оценивали по устойчивости к глифосату и сравнивали с контрольным гибридом по урожайности, качеству продукции, устойчивости к болезням, цветущности и рентабельности выращивания по общепринятым методикам с некоторыми изменениями и дополнениями.

Растения подопытных Т-форм, пробных гибридов и номеров (образцов) от анализирующих и насыщающих скрещиваний обрабатывали глифосатом в фазе первой и/или второй пары настоящих листьев, а затем в теплице (или в поле, в зависимости от цели опыта) в фазу розетки семенников на 2м году жизни. Погибшие экземпляры причисляли к генотипу «rr». Оставшиеся в

живых растения фенотипически не различались и по генотипу были, скорее всего, типа «Rr» или «RR».

Линии и гибриды изучали по методике конкурсного сортоиспытания. Площадь делянки 13,5 м², повторность четырех- или шестикратная. Расположение делянок рендомизированное. В качестве стандарта использовали районированный гибрид Кубанский МС 95.

Завязываемость плодов определялась в соответствие с методическими рекомендациями З. Слюсаренко и С. Бережко, всхожесть семян – согласно ГОСТа – 22617 0-77-22617,4-77. Устойчивость растений к церкоспорозу устанавливали по общепринятой методике. Содержание сахара определялось в 20 корневых пробах методом холодной дигестии. Предшественником в разные годы была озимая пшеница.

Реакция диплоидных односемянных и многосемянных образцов сахарной свеклы на воздействие различных стресс-факторов изучалась в лабораторных и полевых условиях в методическом изложении Г.В. Удовенко (1973).

Выборка составляла 400-600 семян, которые проращивались в термостате при температуре 20оС. Ложем для семян служила гофрированная фильтровальная бумага. Использовались водные растворы гербицидов (3, 5 и 8 мл/л). Отобранные ростки высаживали в горшки или грунт для получения корнеплодов-штеклингов и семян.

Конкурсный гетерозис рассчитывался по формуле:

$$Г_{конк.} = \frac{F1-St}{St} \times 100 \%$$

Оценку комбинационной способности линий и МС – тестеров проводили в соответствии с методикой Г.В. Подкуйченко (1969) согласно специальной шкалы (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала комбинационной способности линий

Комбинационная способность		Урожайность гибридов (в % к стандарту)	
разряд	определение	средняя	от - до
1	очень низкая	-	до 90
2	низкая	95	91-100
3	средняя	105	101-110
4	хорошая	115	111-120
5	высокая	-	выше 120

Экологическую пластичность и стабильность оценивали по Е. Эберхарту и В. Расселу в методической версии В. Пакудина и Л. Лопатиной.

Опыт 3. Продуктивность гибридов сахарной свеклы и семеноводство в производственных условиях. Нами совместно с Успенским сахарным заводом

в течении 2018 - 2020 гг. изучалась продуктивность гибридов Кубанской селекции в производственных условиях, семена которых были получены самостоятельно. В опыте были задействованы следующие гибриды: Успех, Кубанский МС-95, Азимут.

Данные гибриды сахарной свёклы выращивались в нескольких свеклосеющих хозяйствах Краснодарского и Ставропольского краев.

Учеты проводились с 3-го по 16 сентября и определяли: густоту насаждения на гектаре, тыс. штук на га; урожайность при ручной копке и комбайновой уборке, т/га; сахаристость и технологические качества (в лаборатории Успенского сахарного завода по общепринятой методике).

Опыт 4. Продуктивность гибридов сахарной свеклы в зависимости от приемов основной подготовки почвы.

Ускоренное развитие и интенсификация свекловичного производства, повышение его экономической эффективности на современном этапе – важнейшая задача для свеклосеющих хозяйств Северо-Кавказского региона.

Опыт проводился по схеме двухфакторного опыта в течение 2018 - 2020 гг. в четырех кратной повторности. Фактор А - приемы подготовки почвы:

Вариант 1 – Вспашка почвы в конце августа на глубину 30-32 см.

Вариант 2 – Поверхностная обработка почвы на глубину 10-12 см + почвоуглубление на глубину 38-40 см.

Вариант 3 – Поверхностная обработка почвы на глубину 10-12 см.

Фактор В - гибриды:

Четыре гибрида кубанской селекции – Линейный МС 05, Кубанский МС 74 (st), Кубанский МС 83, Кубанский МС 92 и девять гибридов иностранной селекции – Адидже, Каньон, Крокодил, Орикс, Ориго, Сирио, Центра, Яполя, Ярыса.

В ходе эксперимента учитывалась:

– густота посева в три срока, повторность трехкратная, шт. тыс. на га;
– влажность почвы в динамике (перед посевом, в середине вегетации, уборка) (по общепринятой методике ГОСТ 28268-89);

– пораженность свёклы болезнями;

– урожайность корнеплодов, ботвы и сахаристость корнеплодов в динамике (три срока при ручной копке и при механизированной уборке).

Опыт 5. Урожайность гибридов сахарной свеклы в зависимости от сроков уборки.

Опыт закладывался на Первомайской селекционно-опытной станции совместно с Кубанским государственным аграрным университетом в течение трех лет (2012-2014 гг.) проводили производственные опыты по изучению сроков уборки гибридов отечественной и зарубежной селекции.

В опыте использовали гибриды сахарной свёклы Кубанской селекции и селекции иностранных фирм (Сингента, Марибо, Штрубе и др.). Сев проводили в первой декаде апреля сеялкой «Тана», с нормой высева 7

клубочков на погонном метре. Каждый гибрид занимал шестирядную делянку по длине поля.

В эксперименте в три срока – 1 августа, 1 сентября и 1 октября учитывали:

- густоту насаждения растений, тыс. шт. на га (по общепринятой методике);
- урожайность корнеплодов, сахаристость и сбор сахара с 1 га;
- содержание сахара определяли способом холодной дигестии на поляризационной линии «Венема». Повторность опыта – четырехкратная.

Опыт 6. Продуктивность экспериментальных биотехнологических гибридов сахарной свеклы.

Целью исследований является создание толерантных к глифосату линий сахарной свеклы в качестве доноров устойчивости на базе отечественных самофертильных раздельноплодных линий О-типа, МС форм и ростоноплодных опылителей.

В наших опытах, с целью получения толерантных к глифосату селекционных материалов, в качестве реципиента использовали следующие формы, ранее созданные на Первомайской селекционно-опытной станции сахарной свеклы:

1. Многосемянные фертильные линии-опылители (ММ) различного происхождения.
2. Односемянные фертильные линии О-типа (mm), проверенные на закрепительную способность по признаку ЦМС (генотип Nxxxz).
3. В качестве МС-тестера и, возможно, будущего материнского компонента Т-гибрида использовали МС-линии, стерильные по пыльце – функционально женские раздельноплодные аналоги линий О-типа с генотипом mmSxxxz (МС).

Растения подопытных Т-форм, пробных гибридов и номеров (образцов) от анализирующих и насыщающих скрещиваний обрабатывали глифосатом в фазе первой и/или второй пары настоящих листьев, а затем в теплице (или в поле, в зависимости от цели опыта) в фазу розетки семенников на 2-м году жизни. Погибшие экземпляры причисляли к генотипу «rr». Оставшиеся в живых растения фенотипически не различались и по генотипу были, скорее всего, типа «Rr» или «RR». Наблюдения, учеты и анализ цифровых данных проводили по общепринятым методикам.

В экологическом испытании изучались четыре биотехнологических МС гибрида устойчивых к глифосату с каталожными номерами ТГ935(1382), ТГ937(1383), ТГ944(1385) и ТГ946 (1386). Учеты проводились в два срока 10 сентября и 08 октября при ручной копке и при механизированной комбайновой уборке 25 октября.

Опыт проводился в предгорной зоне Краснодарского края в Успенском районе в ООО «Агросахар». Предшественник - озимая пшеница, посев проводился в конце апреля с нормой высева 1,5 пос. единиц семян на 1га.

Семена готовились ручным способом в лабораторных условиях. Опрыскивание проводилось гербицидом Тотал 480 в фазу развития растений сахарной свеклы – две пары настоящих листьев, из расчета 2 литра на 1 га по препарату. Повторного опрыскивания не потребовалось. Уборка проведена механизировано комбайном «Greeme» 25 октября. Сахаристость определялась в 20-ти корневых пробах в 3-х кратной повторности в лаборатории Успенского сахарного завода.

Опыт 7. Особенности выращивания новых гибридов сахарной свеклы в условиях недостатка влаги.

Целью было изучить и апробировать отдельные системы основной подготовки почвы с учетом большего накопления и рационального использования растениями влаги, а также создание условий, снижающих потери почвенной влаги в агроценозах и уменьшить затраты на проведение агротехнических мероприятий.

В процессе научно-исследовательской работы изучались следующие приемы основной обработки почвы:

- вариант 1 – вспашка с оборотом пласта на глубину 28-30 см;
- вариант 2 – чизелевание на глубину 33-35 см, с поверхностной обработкой почвы на глубину 3-5 см.

В опыте использовались гибриды Кубанский МС 95 и Успех.

Площадь делянок в каждом варианте составляла 1,2 га. Проведение исследований, наблюдения и учеты проводились в соответствии с требованиями общепринятых методических разработок и рекомендаций в три срока: перед посевом (10-15 апреля), середина вегетации (20-25 июня), перед уборкой (5-10 сентября). Эксперимент проводился в 2010 –2013 гг.

В опыте определяли:

- запасы продуктивной влаги в двух метровом слое (термостатно-весовым методом ГОСТ 28268-89);
- объемную массу почвы (по общепринятой методике в г/см³);
- общую пористость почвы (определили расчетным путем по значению плотности твердой фазы и плотности сложения почвы).
- продуктивность растений сахарной свеклы определялась по общепринятой методике.

3 ЭТАПЫ И ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ BIOTEХНОЛОГИЧЕСКИХ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ УСТОЙЧИВЫХ К ГЛИФОСАТУ

3.1 Использование цитоплазматической мужской стерильности

В Российской Федерации первые гибриды сахарной свёклы на стерильной основе начали создавать и внедрять в производство в 80-х годах двадцатого столетия.

Использование в селекции цитоплазматической мужской стерильности позволяло эффективно контролировать скрещивания и получать с материнского компонента 100 % гибридных семян.

Основными проблемами в селекции сахарной свеклы на гетерозис с использованием ЦМС остаются:

- закрепление признака ЦМС;
- сочетание ЦМС и раздельноплодности у материнской формы;
- сочетание закрепительной способности и самосовместимости фертильных линий О-типа;
- высокая комбинационная способность родительских форм.

Целью исследований было создать линии, закрепляющие цитоплазматическую мужскую стерильность, получить их стерильные аналоги для создания рентабельных гибридов сахарной свеклы.

В качестве кандидатов в закрепители стерильности нами были использованы гетерозиготные формы, выделенные ранее из сортовых популяций с фертильной пылью. Источниками ЦМС служили ранее созданные мужскостерильные линии. В селекционную работу отбирались особи, обладающие 100 % раздельноплодностью и стерильностью. Полностью стерильными (генотип Sxxzz) считали растения, имеющие пустые пыльники, которые определяли до распускания цветков (таблица 2).

Анализ исходных стерильных аналогов от парных скрещиваний в первом поколении показал расщепление в соотношении близком 50 : 50, т.е. 50 % особей оказалось полностью стерильными, а 50 % особей – полустерильными. Это свидетельствовало о гетерозиготности отобранных номеров – кандидатов в закрепители стерильности по доминантным генам (NXxzz или NxxZx).

Таблица 2 – Наследование признака мужской стерильности в процессе создания линий закрепителей стерильности и получения их стерильных аналогов у сахарной свеклы

Исходный образец (форма)	Расщепление по стерильности						Предполагаемый генотип опылит. (О-типа)
	фактическое, %			теоретическое, %			
	мс	мс1	мс2	мс	мс1	мс2	
1	2	3	4	5	6	7	8
ОТ 12126 №1 МС 27038x12126 №1	- 82	- 18	- -	- 100	- 0	- 0	NxxZz
ОТ 12126 №4 МС 27038x12126 №4	- 56	- 44	- -	- 50	- 50	- 0	NXxzz
От 12126 №7 МС 27038x12126 №7	- 64	- 36	- -	- 50	- 50	- 0	NXxzz
ОТ12126 №2 МС 27038x12126 №2	- 42	- 36	- 22	- 50	- 25	- 25	NXxZz
ОТ 7994 (16)	-	-	-	-	-	-	NXxZz

1	2	3	4	5	6	7	8
MC 4935x7994(16)	63	17	20	50	25	25	
OT 7994 (18) MC 4935x7994(18)	- 84	- 16	- -	- 50	- 50	- 0	NxxZz
OT 7994 №3 MC 4935x7994 № 3	- 98	- 2	- -	- 100	- 0	- 0	Nxxzz
OT 4936(16) №1 MC 4935x4936 (16) №1	- 89	- 11	- -	- 100	- 0	- 0	NxxZz
OT 4936 №2 MC (27038xOT4936) №2	- 96	- 4	- -	- 100	- 0	- 0	Nxxzz
OT 4936 №5 MC(27038xOT4936)№5	- 53	- 47	- -	- 50	- 50	- 0	NXxzz
OT 12122 №3 MC 12169x12122 №3	- 58	- 23	- 19	- 50	- 25	- 25	NXxZz
OT 12122 №2 MC12169x12122№2	- 92	- 8	- -	- 100	- 0	- 0	Nxxzz
OT 12127 №1 MC 27038 x OT 12127 №1	- 100	- 0	- -	- 100	- 0	- 0	Nxxzz
OT 11301П26 MC 11348xOT11301П26	- 91	- 9	- -	- 100	- 0	- 0	Nxxzz

Из 14 изучаемых номеров девять образцов имели генотип NXxZz и лишь пять фертильных линий обладали генотипом Nxxzz, которые обуславливали полную стерильность (таблица 2). Не полное закрепление, происходило из-за присутствия среди MC форм гетерозиготных особей с генотипом SXxzz и SxxZz, которые удалялись в процессе браковок. Дальнейшая работа включала насыщающие скрещивания подобранных пар с проведением браковок по признакам стерильности и раздельноплодности (таблица 3).

Таблица 3 – Стерильность и раздельноплодность наиболее перспективных селекционных материалов в различных поколениях беккрасса

Исходный образец (форма)	Раздельноплодность (mm) и стерильность (s) в поколениях беккрасса, %					
	B ₁		B ₂		B ₃	
	mm	s	mm	s	mm	s
OT 12127 №1 MC 27038 x OT 12127 №1	97 98	- 100	99 100	- 100	100 100	- 100
OT 4936 №2 MC (27038 x OT4936) №2	100 96	- 96,2	100 98	- 98	98 97	- 100
OT 12122 №2 MC 12169 x 12122 №2	100 89	- 93	98 92	- 95	100 96	- 96,4
OT 7994 №3 MC 4935 x 7994 № 3	99 97	- 93,5	100 98	- 100	100 97	- 100
OT 12126№1 MC 27038x12126№1	94 89	- 82	96 95	- 97	98 93	- 99,1

В ходе эксперимента были получены и изучены простые МС гибриды (Single cross) для возможного использования при получении трехлинейных гетерозисных гибридов и подтверждения их преимущества по сравнению с исходными МС аналогами (таблица 4).

Таблица 4 – Стерильность и раздельноплодность исходных МС форм и сингл - кроссов сахарной свеклы

Селекционный материал	Стерильность, %	Раздельноплодность, %
Исходные МС линии		
СКМС 4935x7994	96	92
СКМС 27038x7994	94	95
МС (12173x12126)	86	97
МС (12171x12127)	80	96
МС (12169x12122)	74	96
Сингл-Кросс с ОТ 4936		
МС (4935 x 7994)x 4936	95	90
МС (27038x7994) x4936	97	96
МС (12173x12126) x4936	86	54 (1-2 плодн.)
МС (12171x12127)x4936	85	48 (1-2 плодн.)
МС (12169x12122) x4936	86	42 (1-2 плодн.)

Таким образом, селекционная работа по созданию линий – закрепителей стерильности на главном этапе включала поиск (подбор) линий О-типа и осуществлялась с помощью контролируемых парных скрещиваний. Это позволило отобрать рецессивные генотипы mmNxxzz и получить их мужскостерильные аналоги mmSxxzz с раздельноплодностью и стерильностью 100 %.

3.2 Характеристика сростноплодных линий – опылителей сахарной свеклы

В процессе исследований пять отобранных линий в последние годы послужили материнскими компонентами скрещивания для новых рентабельных гибридов.

В качестве исходного селекционного материала для получения линий – опылителей (отцовских компонентов скрещивания) использовались сростноплодные ММ диплоидные популяции сахарной свеклы с лучшими показателями по сахаристости, урожайности и устойчивости к средовым условиям.

Начиная с третьего поколения самоопыление (инцухт) чередовали с sibсовым размножением под групповыми бязевыми изоляторами. Такой способ позволял получать линейные материалы с менее выраженной депрессией таких признаков, как сахаристость, урожайность, устойчивость к церкоспорозу и завязываемость семян.

Среди изучаемых линий особо выделялись по массе корнеплодов линии 5063П96(61), 5121П96(99) и 5063 х 8949; по сахаристости – линии 5121П96(99) и 8949П98 (таблица 5).

По совокупности признаков отобраны следующие линии: 5121П96(99), 8949П98 и 5063П96(61).

Самым важным этапом работ в селекции на гетерозис считалась оценка комбинационной способности самоопыленных линий.

Таблица 5– Сравнительная характеристика линий – опылителей по результатам поляризационного анализа

Линия	Масса корнеплода, г				Сахаристость, %			
	х	min	max	% к сред. по опыту	х	min	max	% к сред. по опыту
4738 П96	329	250	650	81,0	15,8	13,2	17,1	106,7
8949 П98	418	250	650	103,0	16,5	14,3	18,4	111,5
5121 П96(99)	509	250	900	125,0	16,8	14,5	19,1	113,5
5063 П 96(61)	531	250	900	130,8	15,1	12,6	17,6	102,3
5063 х 8949	450	250	900	110,8	14,4	12,0	15,7	97,3
4963 х 4995	423	250	900	104,0	15,7	12,7	17,6	106,0
4977 х 4995	325	250	600	80,0	13,5	12,5	14,5	91,2
21695	371	250	700	91,4	14,2	11,3	16,9	96,0
10632	305	250	450	75,0	11,5	9,4	13,5	77,7
Среднее	406	250			14,8			

В связи с созданием нового исходного материала, изменением экологической среды и технологий возделывания гибридов изучали долю влияния различных факторов на формирование хозяйственно ценных признаков сахарной свёклы. Математическая обработка экспериментальных данных позволила установить различные влияния изучаемых факторов (таблица 6).

Таблица 6 – Результаты дисперсионного анализа гибридов сахарной свеклы и их родительских форм

Источник варьирования	df	mS	F	Дисперсия	Доля от общей дисперсии, %
1	2	3	4	5	6
Урожайность корнеплодов					
Фактор А – МС – тестер	3,00	58,54	2,66	85,44	31,77
Фактор В – линия – опылитель	12,00	205,24	1,82	172,99	64,32
«МС – тестер х опылитель»	36,00	32,25	1,49	7,24	2,69
Остаточное (ошибки)	153,00	3,27	-	3,27	1,22
Сахаристость корнеплодов					
Фактор А – МС – тестер	3,00	5,24	2,66	15,97	83,66

1	2	3	4	5	6
Фактор В – линия – опылитель	12,00	3,28	1,82	2,95	15,48
«МС – тестер х опылитель»	36,00	0,33	1,49	0,06	0,29
Остаточное (ошибки)	153,00	0,11	-	0,11	0,57
Сбор сахара с 1 га					
Фактор А – МС – тестер	3,00	4,55	2,67	11,84	86,67
Фактор В – линия – опылитель	11,00	2,40	1,86	1,49	10,94
«МС – тестер х опылитель»	33,00	0,90	0,52	0,19	1,41

Установлено, что доля вклада опылителя в дисперсию урожайности более существенна (64,31 %), чем доля МС тестера (31,77 %).

Дисперсия взаимодействия МС тестера х опылитель достоверно выше дисперсии ошибок, что свидетельствует о разной степени влияния опылителя на тестер. Доля вклада МС тестера в дисперсию сахаристость была значительно выше по сравнению с опылителем (83,66 и 15,48 соответственно, а дисперсия взаимодействия этих факторов в два раза ниже (0,29 %, чем дисперсия ошибок (0,57 %).

Доля вклада МС тестера (фактор А) в дисперсию признака «сбор сахара» составила 86,67 %, а фактора В (опылитель) - 10,93 %. Дисперсия взаимодействия факторов больше дисперсии ошибок, что свидетельствует о разной реакции МС тестера при скрещивании.

Дисперсионный анализ признаков позволил отобрать наиболее ценные МС линии и линии – опылители. Преимущество комбинаций скрещивания определяли через конкурсный гетерозис по сравнению с коммерческим гибридом Кубанский МС 74 (таблица 7).

Таблица 7 – Конкурсный гетерозис по урожайности корнеплодов у топкроссных ЦМС гибридов, %

♂ - Линия –опылитель, отцовский компонент	♀- ЦМС – тестер, материнский компонент				Среднее по опылителям
	СК 4935	СК 4935 х 7994	СК 12171	СК 12173	
1	2	3	4	5	6
СКЛ 4738П96	19,5	6,1	16,1	5,1	11,72
СКЛ 8949П98	26,6	5,1	13,2	22,5	16,85
СКЛ 5121П96(99)	20,5	6,8	23,5	26,6	19,35
СКЛ 5063П96(61)	14,9	5,0	14,4	20,5	13,70
СКЛ 5049	3,9	2,9	11,0	16,1	8,47
СКЛ 4950	18,6	7,5	25,4	30,3	20,45
СКЛ 4995	16,9	0,7	13,9	22,7	13,55
СКЛ 21695	-3,6	1,7	3,9	3,2	8,50
СКЛ 19965	18,8	6,9	6,6	-5,4	6,72
СКЛ 10632	7,3	0,4	19,5	17,6	11,20
СКЛ 10182	3,9	0,4	14,9	12,9	8,02
СКЛ 9855	-0,5	5,5	18,1	19,8	10,72
Среднее по тестерам	12,2	4,08	15,04	18,4	

Анализ данных таблицы 7 подтверждает, что роль МС тестеров не одинакова в формировании урожайности гибридов. Наиболее ценными являются СК12173, СК12171 и СК4935, а среди опылителей отобраны линии СКЛ 4950, СКЛ 5121П96(00) и СКЛ 8949П98.

Частота встречаемости отрицательного гетерозиса по сахаристости у четырех тестеров была различна. У МС тестеров СК МС 21271 и СК МС 12173 конкурсный гетерозис был положительным, хотя процент проявления был не высокий 1,65 и 1,75 соответственно. Лучшие показатели отмечены у линий – опылителей СКЛ 4950, СКЛ 10182 и СКЛ 9855 (таблица 8).

Таблица 8 – Конкурсный гетерозис по сахаристости корнеплодов у топкроссных ЦМС – гибридов, %

♂ - Линия -опылитель	♀- ЦМС - тестер				Среднее по опылителям
	СК 4935	СК 4935 х 7994	СК 12171	СК 12173	
СКЛ 4738П96	-1,06	-3,51	2,92	1,16	-0,15
СКЛ 8949П98	-5,48	-7,01	-1,16	-1,16	-3,21
СКЛ 5121П96(99)	-2,92	-7,01	-3,51	-3,51	-4,24
СКЛ 5063П96(61)	-0,58	-2,92	-1,16	0	-1,16
СКЛ 5049	-1,75	-2,34	-0,58	4,15	-0,10
СКЛ 4950	-1,75	-0,58	3,51	2,34	0,88
СКЛ 4995	-1,75	-1,16	0	0	-0,72
СКЛ 21695	1,16	-3,51	1,75	3,51	0,73
СКЛ 19965	0	-2,92	-6,43	1,75	1,31
СКЛ 10632	-1,75	-1,16	-1,16	0,58	-1,16
СКЛ 10182	5,26	1,75	7,02	5,84	4,97
СКЛ 9855	1,75	-2,34	3,5	7,60	2,63
Среднее по тестерам	-0,77	-2,72	1,65	1,75	

Результаты изучения комбинационной способности линий-опылителей по четырем тестерам по урожайности и сахаристости показали высокую продуктивность гибриды с участием линий-опылителей СКЛ 4950, СКЛ 5121 П96(99) и СКЛ 8949 П98 (таблица 9).

В конкурсном испытании (таблица 10) лучшие результаты по урожайности показали экспериментальные гибриды с участием линий-опылителей СКЛ 5121П96(99), СКЛ 21695, СКЛ 4995 (45,3; 43,6 и 43,3 т/га).

По сахаристости размах варьирования в разные годы был шире и находился в пределах 18,5-21,5 %. В среднем выделились гибриды с наиболее оптимальным сочетанием урожайности и сахаристости полученных с участием линий – опылителей СКЛ 5121П96(99), СКЛ 10632 и СКЛ 10182.

Таблица 9 – Вариабельность показателей комбинационной способности линий-опылителей по урожайности и сахаристости

Опылитель	Урожайность,				Сахаристость,			
	т/га	% от сред. по опыту	% от st	ОКС	%	% от сред. по опыту	% от st	ОКС
СКЛ 4738П96	46,6	101	114	хор.	17,1	100	100	низ.
СКЛ 8949П98	48,5	105	118	хор.	16,5	96	96	низ.
СКЛ 5121П96(99)	49,8	107	122	выс.	16,4	96	96	низ.
СКЛ 5063П96(61)	47,3	102	116	хор.	16,9	99	99	низ.
СКЛ 5049	44,8	97	109	сред.	17,1	100	100	низ.
СКЛ 4950	50,4	109	123	выс.	17,3	101	101	сред.
СКЛ 4995	46,6	101	114	хор.	16,9	99	99	низ.
СКЛ 21695	41,0	88	100	низ.	17,2	100	100	низ.
СКЛ 19965	44,7	96	109	сред.	17,3	101	101	сред.
СКЛ 10632	45,5	98	111	хор.	16,9	99	99	низ.
СКЛ 10182	44,2	95	108	сред.	18,1	106	106	сред.
СКЛ 9855	46,2	100	113	хор.	17,8	104	104	сред.
НСР ₀₅	1,26				1,23			

Примечание: урожайность стандарта Кубанский МС 74 – 40,9 т/га, сахаристость – 17,1 %

Таблица 10 – Продуктивность экспериментальных гибридов сахарной свеклы с участием линий опылителей по данным конкурсного сортоиспытания

Линия -опылитель	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га	В % к st		
				урожайность	сахаристость	сбор сахара
1	2	3	4	5	6	7
Кубанский МС 74, st	39,1	19,9	7,8	100	100	100
СКЛ 4738П96	42,9	19,9	8,5	110	100	109
СКЛ 8949П98	40,2	20,3	8,2	103	102	105
СКЛ 5121П96(99)	45,3	20,6	9,3	116	104	119
СКЛ 5063П96(61)	41,0	19,7	8,1	105	99	104
СКЛ 5049	42,1	20,4	8,6	108	103	110
СКЛ 4950	42,6	20,6	8,8	109	104	113
СКЛ 4995	43,3	20,3	8,8	111	102	113
СКЛ 21695	43,6	18,5	8,1	112	93	104
СКЛ 10632	40,6	20,2	8,1	106	101	106
СКЛ 19965	41,5	20,1	8,3	102	102	104

1	2	3	4	5	6	7
СКЛ10632	41,6	21,5	9,0	106	108	115
СКЛ10182	41,3	21,2	8,8	106	107	113
СКЛ 9855	42,7	19,7	7,5	109	99	96
НСР ₀₅	0,52	0,39	0,40			

3.3 Тестирование линий и гибридов сахарной свеклы

Создаваемые гибриды сахарной свеклы должны отвечать ряду требований, главные из которых – высокие урожайность, сахаристость, технологические качества, а также пригодность к механизированному возделыванию и уборке, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам. В процессе исследований учитывались следующие установленные ранее положения:

1. Хозяйственно-ценные признаки сахарной свеклы генетически обусловлены.

2. Степень их реализации проявляется на физиологическом уровне при тесном взаимодействии генотипа со средой.

Даже временное подавление ростовых процессов как результат гербицидного воздействия или холодового стресса может быть одной из причин снижения урожайности и качественных показателей гибридов сахарной свеклы.

Для изучения в последующих поколениях среди линий отбирались 5-10 % наиболее развитых проростков, которые высаживались в торфо-перегнойные горшочки с целью выращивания корнеплодов-штеклингов и получения семян. (таблица 11-12)

Таблица 11 – Влияние гербицидного стресс-фона на длину ростка и всхожесть семян гибридов сахарной свеклы

Гибрид, F ₁	Контроль, проращивание по ГОСТу		Проращивание семян в растворе гербицида, концентрация 5 мл./л			
			длина ростка		всхожесть	
	длина, мм	всхож., %	мм	в % к контр.	%	в % к контр.
Кубанский МС 92	65	85	2,0	3,1	48	56
Кубанский МС 95	61	84	2,5	4,1	47	55
Успех	58	90	3,0	5,2	44	49
Вектор	60	90	4,0	6,7	50	55
Луч	66	86	3,0	4,5	46	53
Атаманша, F ₁ (семена драж.)	48	96	3,0	6,2	60	62
Среднее по опыту кубанских гибридов	62	87	2,9	4,7	47	54

Таблица 12 – Влияние гербицидного стресс-фона на длину ростка и всхожесть семян линий – закрепителей стерильности сахарной свеклы

Линия, родительская форма	Контроль, проращивание по ГОСТу		Проращивание семян в растворе гербицида, концентрация 5 мл./л			
			длина ростка		всхожесть	
	длина, мм	всхож., %	мм	в % к контр.	%	в % к контр.
СКЛ 4936, О тип	68	76	1,6	2,3	35	46
СКЛ 12122, О тип	57	83	2,3	4,0	33	39
СКЛ 12126, О тип	63	80	2,4	3,8	42	52
СКЛ 12127, О тип	61	85	2,5	4,1	37	43
Среднее по опыту	62	81	2,4	3,5	37	45
Атаманша, F ₁ (семена дражированные)	48	96	3,0	6,2	60	62

Оценка устойчивости по всхожести семян на стресс-фоне совпадала с оценкой устойчивости в полевых условиях на 75-80 %. Это явилось основанием рекомендовать способ для массовой предварительной оценки коммерческих гибридов, коллекционных материалов родительских компонентов скрещивания на устойчивость.

Способ рекомендован для использования в селекционной и семеноводческой работе с различными формами свеклы – раздельноплодной, сростноплодной, фертильной и стерильной по пыльце при создании константных линий.

3.4 Создание биотехнологических линий и гибридов сахарной свеклы

В комплексе мероприятий, направленных на повышение рентабельности производства сахарной свеклы особое внимание, наряду с совершенствованием приёмов агротехники уделялось созданию и внедрению в производство новых высокопродуктивных гибридов устойчивых к гербицидам и болезням. При подборе материала и методик исследования для определения генотипа сахарной свеклы по признаку толерантности к глифосату были положены менделевские представления о доминантности и рецессивности.

В результате исследований получены 10 форм, устойчивых к глифосату и далее их семена и корнеплоды для дальнейшего размножения (таблица 13).

Таблица 13 – Наиболее ценные толерантные ММ формы сахарной свеклы по признаку устойчивости к глифосату

Т-форма, MMRR, MMRr	Кат. номер	Устойчивость к глифосату, %				Получено	
		год				семян, г., шт.	корнепл., шт.
		2012	2013	2014	2015		
Растение 2-94	301	48	93	97	90	105 г	186
Растение 3-99	306	69	99	95	95	75 г	134
Растение 3-128	314	-	93	98	95	12 г	66
Растение Кр. 10	281	-	-	91	100	900 шт.	9
Растение Кр. 12	283	-	-	91	94	600 шт.	13
Растение Кр. 14	285	-	-	91	90	800 шт.	14
Растение Кр. 17	287	-	-	91	100	900 шт.	13
Растение Кр. 24	290	-	-	91	97	800 шт.	14
Растение Кр. 1	316	-	-	94	85	20 г	94
Растение Кр. 5	322	-	-	94	79	45 г	109
Растение Кр. 22	323	-	-	94	93	23 г	142
Контроль, гибрид Кубанский МС 95	-	0	0	0	0	-	-

Нами в результате многолетних исследований было продолжено самоопыление и скрещивание исходного материала с обычными и частично толерантными МС-линиями с каталожными номерами 380 и 384 на пространственно - изолированных участках («клумбах»), а отдельные линии размножали при свободном переопылении в пределах участка (таблица 14).

Таблица 14 – Толерантность к глифосату фертильных ММ-опылителей и mm МС-линий на пространственно-изолированных участках, % (2016 г.)

Т-форма	Каталож. номер	Толерантность на участках			
		№1	№2	№3	№4
ММ ТОп 2-94	301	75	-	-	-
mm ТМС	384	100	100	100	100
mm ТМС	380	100	-	100	100
ММ ТОп 3-99	306	-	-	94	-
ММ ТОп Кр. 22	323	-	-	-	100
Контроль, гибрид Кубанский МС 95		0	0	0	0

Так, на участке № 2 размножали в большом объеме толерантную к глифосату mm ТМС-линию под номером 384. Гибридизацию с толерантными опылителями на пространственно- изолированных участках проводили с обычными (не устойчивыми к глифосату) стерильными формами МС 12171, МС 12173, МС 27038 и МС СЭС-1. В ходе эксперимента выделены наиболее устойчивые образцы (таблица 15).

Таблица 15 – Устойчивость к глифосату отдельных пробных МС гибридов

Катал. номер	Гибрид (или линия)	Устойчивость, %	Всхожесть, %	Масса семян, г
704	МС 12171 x ТОп ММ 3-99 (к.н. 306)	93	88	478
705	МС 12173 x ТОп ММ 3-99 (к.н. 306)	91	85	540
708	МС 27038 x ТОп ММ 3-99 (к.н. 306)	90	84	520
709	МС СЭС-1 x ТОп ММ 3-99 (к.н. 306)	86	89	717
712	МС 12171 x ТОп ММ Кр. р.№2	99	85	530
729	ТМС 1-97 x Оп ММ 6444	92	89	350
Контроль, гибрид Куб. МС 95 (МСxОпММ)		0	94	-

Примечание: Всхожесть семян пробных Т-гибридов показана после первичной очистки

Все пробные гибриды в ходе дальнейших испытаний были протестированы в полевых условиях по признакам устойчивости к глифосату, церкоспорозу, урожайности, сахаристости и комбинационной способности.

На отдельных участках в условиях строгой изоляции продолжались исследования по созданию толерантных стерильных линий. Результаты тестирования показали различную реакцию на устойчивость к глифосату (таблица 16).

Таблица 16 – Толерантность к глифосату различных МС-линий сахарной свеклы

Каталожный номер	МС-линия	Устойчивость, %		Кол-во корнепл., шт.
		в поле	в лаборатории	
1	2	3	4	5
493	(389) ТМС(1-93/Т12 x 11301), В ₅ /16	86	96	180
498	(148) ТМС(1-93/Т12 x 11301), р.6, В ₄	95	98	44
514	(440) ТМС(2-110/Т13 x 11301), р.1	74	75	85
516	(439) ТМС(3-128/Т13 x 11301), р.3, В ₃	89	94	140
518	(179)ТМС(3-93/Т12 x 4936), р.5, В ₄	95	78	165
522	(415)ТМС(3-127/Т13 x -//-), р.3, В ₃	86	95	105
524	(417) ТМС(3-127/Т13 x -//-), р.4, В ₃	82	83	270
528	(421) ТМС(3-127/Т13 x -//-), р.6, В ₃	96	91	128
530	(384) ТМС(1-97/Т12 x 7994), р.6, В ₄	88	77	900

1	2	3	4	5
531	(403) ТМС(1-97/Т12 х -//-), р.1, В ₄	90	96	140
533	(405) ТМС(1-97/Т12 х -//-), р.2, В ₄	89	97	250
Стандарт, гибрид Кубанский МС 95		0	0	0

Линии с каталожными номерами 498, 516, 528, 531 и 533, как самые устойчивые, были включены в программу дальнейших исследований.

Растения стандарта и сорные растения погибали на 7-10-й день после опрыскивания глифосатом. Наиболее устойчивым оказался горец вьюнковый: погибал на 17-19-й день.

Исследованиями установлено, что различия по урожайности, сахаристости и технологическим качествам не превышали показателя НСР (таблица 17).

Наибольшую устойчивость показали гибриды с каталожными номерами 469 и 471.

Таблица 17 – Продуктивность пробных ТМС–гибридов, предварительные испытания, 2016 г.

Кат. номер	Комбинация скрещивания при создании пробных гибридов	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га	Устойчивость к глифосату, %	
					лаборная	полевая
469	(Д-110) МС(4-100/Т12 х 11301) В ₂ х ОП 6279	43,3	14,1	6,1	98,0	94,0
471	(Д-116) МС (3-127/Т13 р-2 J ₂ х 4936) В ₁ х ОП 6279	46,0	14,1	6,5	92,0	91,0
478	МС(27038 х 12127№1/08) х ОП 3-128/Т13 р-2 J ₃ (Д-18)	44,9	13,2	5,9	85,0	75,0
-	Кубанский МС-95, стандарт	41,9	14,0	5,9	0,0	0,0
	НСР ₀₅	5,1	0,6			

В последние годы исследований особое внимание уделялось созданию и поддержанию односемянных закрепителей стерильности с генотипом RRN_{xxzz} mm для толерантных к глифосату МС линий с генотипом RRS_{xxzz} mm.

3.5 Наследование признака толерантности к глифосату в процессе создания новых исходных форм сахарной свеклы

Нельзя исключить и спонтанную ксеногамию – неконтролируемое скрещивание с пылью другого растения с иным генотипом. Если это

происходит, завязавшиеся под изолятором семена и растения из них также могут различаться по генотипу. Еще вероятнее ожидать более высокую разнокачественность семян сахарной свеклы по генотипу при парном скрещивании МС-растения с фертильным по пыльце опылителем. Функционально женские цветки в этом случае опыляются спонтанно и обусловленность гена устойчивости может происходить по-разному.

Полученные данные были обработаны по общепринятой методике с целью определения генотипа компонентов скрещивания. В таблице 18 приводятся результаты статистической обработки опыта при самоопылении многосемянного растения Топ № 2-94.

Таблица 18 – Наследование признака устойчивости растением Тф Оп №2-94 при самоопылении

Показатель	Количество особей		
	Самоопыление: Rr x Rr → 1 RR: 2 Rr: 1 rr		
Фактическое расщепление (P)	55 устойч.	18 не уст.	Всего 73
Теоретически ожидаемое расщепление (q)	54 (Rr+ Rr)	19	73
Ожидаемое отклонение	3	1	4
Отклонение d	+ 1	-1	
d ²	1	1	

Следовательно, фактическое расщепление потомства близко к расчетному, отклонение недостоверно и данное растение, действительно, относится к генотипу Rr.

Гетерозиготность многосемянного растения-опылителя Топ № 2-94 подтвердилось и в случае его скрещивания с обычным растением линии ММ 99 (таблица 19). Здесь теоретически ожидаемое расщепление по признаку толерантности совпало с фактическим.

В данном случае можно утверждать, что мы имели дело с анализирующим скрещиванием: цветки рецессивной МС-формы 99 опылялись пыльцевыми зернами гетерозиготного опылителя Топ №2-94. Наследование признака устойчивости наблюдалось лишь у 50 % потомства МС-формы, а половина потомства оказалась неустойчивой и погибла (таблица 19).

Таблица 19 – Результаты анализа данных о наследовании признака устойчивости семенами гибрида F1 от скрещивания МС 7994 x Топ №2-94

Гибрид F1: МС 99 x Топ 2-94 (или МСmmrr x ТММ fRr)			
Фактическое расщепление (P)	18 устойч.	17 неустойч.	35 всего
Ожидаемое отношение	1Rr	1rr	2

Подобные результаты показал и анализ наследования признака устойчивости гибридами F1 от скрещивания линии МС 99 с опылителем Топ

№ 1-101. Однако от скрещивания той же линии МС99 с опылителем ГОп №2-97 результаты расщепления потомства не укладывались в закономерности наследования признаков по Менделю. Для объяснения вышеизложенного можно опираться на разные механизмы принудительного опыления без кастрации, но нельзя забывать и о проявлении различной экспрессии гена EPSPS в случае иного типа наследования, чем ядерный.

Нами установлено, что применение традиционных приемов генетических и селекционных исследований позволило получить обнадеживающие результаты по созданию принципиально новых биотехнологических линий и гибридов сахарной свеклы. Уточнены схемы наследования устойчивости глифосату у комбинационно-способных раздельноплодных и сростноплодных линий.

4 ПРОДУКТИВНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

4.1 Продуктивность российских гибридов сахарной свеклы

Нами были проведены исследования по величине урожайности, сахаристости и технологических качеств корнеплодов отечественных гибридов сахарной свеклы в хозяйствах Краснодарского и Ставропольского краев.

Установлено, что при механизированной уборке сахарной свеклы гибриды Азимут, Кубанский МС 95 и Успех в условиях Краснодарского края урожайность изменялась от 45 до 100 т/га, что говорит о высокой потенциальной возможности полученных нами гибридов (таблица 20).

Таблица 20 – Продуктивность гибридов сахарной свеклы Кубанской селекции, 2018 - 2020 гг. (механизированная уборка)

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га	ДБ, %
1	2	3	4	5
ОАО «Марьинское», Успенский район Краснодарского края				
Азимут	45,0	17,4	7,8	88,2
Кубанский МС 95	54,9	17,5	9,6	88,6
Успех	52,0	16,7	8,7	88,0
<i>Среднее по хозяйству</i>	47,8	17,2	8,2	-
<i>Среднее по району</i>	49,5	-	-	-
ООО «Велес» Гулькевичский район Краснодарского края				
Азимут	96,9	13,0	9,1	86,6
Кубанский МС 95	100,0	14,0	14,0	86,8
Успех	86,1	14,3	12,3	86,6
<i>Среднее по хозяйству</i>	64,2	16,0	10,3	-
<i>Среднее по району</i>	57,6	-	-	-
АО «Племзавод Урупский», Отрадненский район Краснодарского края				

1	2	3	4	5
Азимут	58,8	16,1	9,5	88,8
Кубанский МС 95	58,0	16,1	9,3	89,1
Успех	49,7	15,5	7,7	88,5
<i>Среднее по хозяйству</i>	56,1	17,4	9,7	-
<i>Среднее по району</i>	54,0	-	-	-
ФГБУ «Урупское» Новокубанский район Краснодарского края				
Азимут	46,7	17,2	8,0	88,3
Успех	52,1	17,1	8,9	88,7
<i>Среднее по хозяйству</i>	45,5	17,0	7,7	-
<i>Среднее по району</i>	49,2			-
Среднее по Краснодарскому краю	52,6	-		-
НСР ₀₅	1,78		0,08	

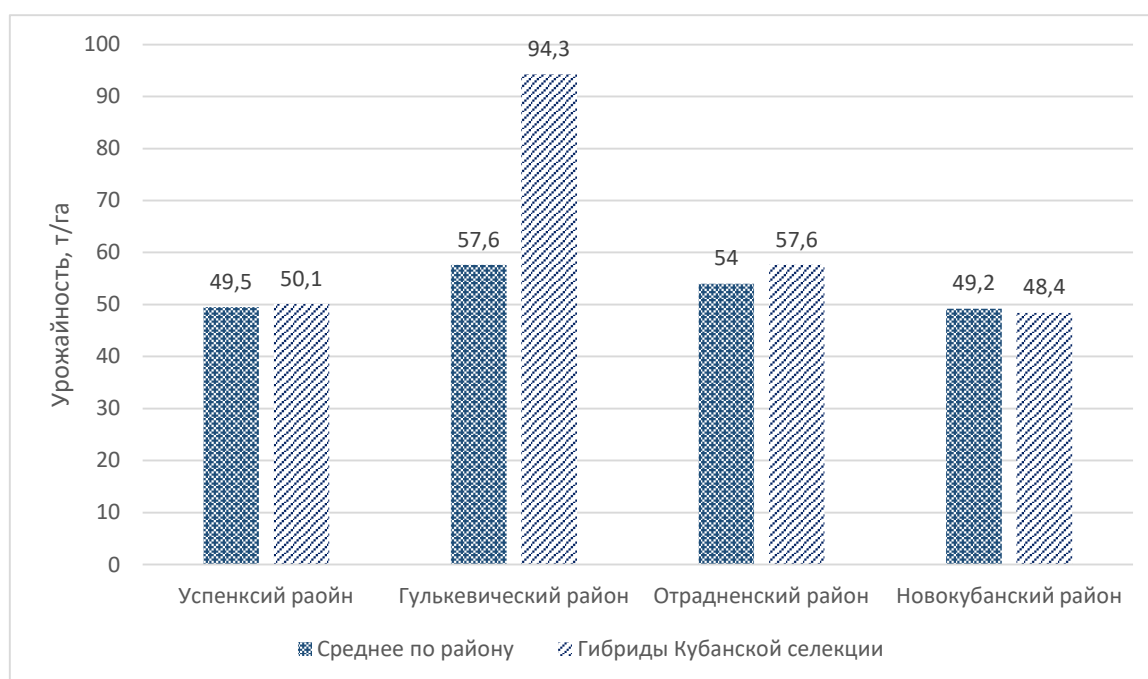


Рисунок 1 - Урожайность гибридов Кубанской селекции в сравнении со средне районной, т/га (2018 - 2020 гг.).

Анализ урожайности гибридов Кубанской селекции (гибриды Азимут, Кубанский МС 95 и Успех) показал, что в трех районах этот показатель был выше у отечественных гибридов (рисунок). Необходимо учитывать, что в этих районах в структуре посевных площадей сахарной свеклы преимущественно высевается гибриды иностранной селекции.

Сравнение урожайности гибрида Кубанский МС 95 со средней продуктивности сахарной свеклы по районам видно, что этот показатель выше у гибрида Кубанский МС 95. Это говорит о высоком потенциале этого гибрида, так как преимущественно в районах высевались импортные гибриды.

Таким образом, в большинстве хозяйств при механизированной уборке средняя продуктивность Кубанских гибридов превышала средние показатели по району, а иногда и по хозяйству. Отечественные гибриды имеют достаточно высокий потенциал урожайности, сахаристости и технологические качества сырья. Гибриды выгодно отличаются от большинства иностранных гибридов по устойчивости к церкоспорозу и корневым гнилям, обладают хорошей лежкостью при хранении в кагатах. В отдельных хозяйствах была отмечена заниженная густота насаждения растений, что приводило к формированию корнеплодов с различной массой (0,3-3,0 кг) и как следствие к увеличению потерь при механизированной уборке. В процессе уборки, при уплотненной сухой почве и повышенных скоростных режимах работы корнеуборочного комбайна, нередко происходил обрыв хвостовой части корнеплода, что значительно снижало урожайность.

4.2 Реакция новых гибридов сахарной свеклы на приемы основной обработки почвы

Важное значение при возделывании сахарной свеклы имеют приемы основной подготовки почвы. В ходе эксперимента изучалось три приема: вспашка, чизелевание и поверхностная обработка почвы. Результаты исследования показали, что при проведении глубокого рыхления (чизелевания) запасы продуктивной влаги в 2-х метровом слое почвы превышали на варианте опыта, где проводилось почвоуглубление чизелем.

Урожайность гибридов Кубанской и иностранной селекции сахарной свеклы в варианте, где применялась поверхностная обработка с почвоуглублением, была по всем учетным параметрам выше, по сравнению с вариантами с поверхностной обработкой и вспашкой. Так же при проведении чизелевания отмечен максимальный сбор сахара с единицы площади.

Результаты математической обработки показывают, что применение в качестве основной обработки почвы чизелевания способствует достоверному увеличению урожайности у всех изучаемых гибридов (НСР по фактору В – 0,76) (таблица 21).

Таблица 21 – Урожайность гибридов сахарной свеклы в зависимости от приемов обработки почвы, т/га (2018-2021 гг., учет конец сентября)

Гибрид (фактор А)	Прием обработки(фактор В)			Среднее по фактору А НСР _А =1,56
	вспашка	чизелевание	поверхностная обработка	
1	2	3	4	5
Кубанский МС 74 (st)	51,5	50,0	52,0	51,2
Кубанский МС 92	56,0	56,0	54,0	55,3
Ярыса, Польша	50,0	52,0	48,0	50,0
Яполя, Польша	52,0	55,0	51,0	52,7
Цетра, Бельгия,	50,0	54,0	50,0	51,3
Сирио, Голландия,	50,0	54,0	44,0	52,7

1	2	3	4	5
Ориго, Голландия,	53,0	49,0	52,0	50,7
Линейный МС 05	51,0	50,0	48,0	49,7
Кубанский МС 95	52,0	55,0	49,0	52,0
Крокодил, Бельгия	52,0	59,0	56,0	55,7
Каньон, Бельгия,	55,0	56,0	54,0	55,0
Адидже, Бельгия	55,0	55,0	55,0	53,3
Орикс , Бельгия	54,0	57,0	57,0	56,0
В среднем по фактору В, НСР _В =0,76	52,4	53,9	51,9	Хср 52,7
НСР ₀₅ для частных средних = 2,72				

Практически нами не установлено математически достоверного изменения урожайности гибридов отечественной и зарубежной селекции в зависимости от приемов основной обработки почвы, т.к. эти изменения были близки к значения НСР по фактору А (таблица 21).

Математическая обработка результатов эксперимента методов пошаговой множественной регрессии установила, что максимальное влияние на урожайность гибридов сахарной свеклы оказали приемы подготовки почвы (таблица 22).

Таблица 22 – Множественная регрессионная зависимость урожайности гибридов сахарной свеклы в зависимости от приемов обработки почвы, учет конец сентября

Год	Свободный член уравнения	Доля влияния по фактору		R ²
		А	В	
2018	52,01	15,20	35,11	0,43
2019	54,80	18,23	44,30	0,57
2020	52,13	14,30	33,43	0,44

Результатами исследований также установлено, что влияние приемов обработки почвы на сбор сахара с единицы площади было менее значительным, т.к. доля влияния составила около 20% (таблица 23).

Таблица 23 – Множественная регрессионная зависимость сбора сахара у гибридов сахарной свеклы в зависимости от приемов обработки почвы, 2018-2022 гг. (учет конец сентября)

Свободный член уравнения	Доля влияния по фактору		R ²
	А	В	
10,61	5,04	19,51	0,65

В ходе эксперимента установлено, что наибольшую продуктивность гибридов: Кубанской селекции показали: Кубанский МС 95; Кубанский МС 83 и Кубанский МС 74. Среди гибридов зарубежной селекции: Каньон, Крокодил, Яполя, Орикс, Адидже, Цетра.

Гибриды кубанской селекции поражались гнилями в среднем в 2-3 раза меньше по сравнению с иностранными аналогами. Меньше пораженность отмечена на вариантах с применением чизеливания.

4.3 Эффективность производства новых гибридов сахарной свеклы в зависимости от сроков уборки

Проведение таких исследований стало особенно актуально в связи с заполнением отечественного рынка семенами гибридов зарубежной селекции, загрузкой оборудования сахарных заводов и значительными потерями сырья в период временного хранения на сахарных заводах.

При ранней уборке удлиняется период хранения, корнеплоды быстро подвяливаются, сильно прорастают и легко загнивают. Прежде всего, теряется влага в головке и хвостовой части корнеплода, где весьма плотное размещение сосудисто-волокнистых пучков. Кроме того, головка корнеплода свеклы быстро теряет тургор в связи с удалением листьев и, как следствие, увеличением испаряющей поверхности. При запаздывании с уборкой корнеплоды могут быть повреждены заморозками. Подмороженные корнеплоды при хранении будут загнивать.

По результатам исследований за два месяца активной вегетации с 1 августа по 1 октября (в среднем за 3 года) урожайность корнеплодов повысилась на 18,8 т/га, сахаристость на 2,1 % и сбор сахара на 3,4 т/га.

Начиная уборку сахарной свеклы в начале августа, свеклосеющие хозяйства и сахарные заводы должны принимать во внимание тот факт, что могут недополучить 30-40 % потенциального выращенного урожая.

4.4 Продуктивность экспериментальных (пробных) биотехнологических гибридов сахарной свеклы

В последние годы в зарубежных странах особое значение придается созданию высокорентабельных биотехнологических гибридов сахарной свеклы, обладающих толерантностью к глифосату – гербициду сплошного действия, наименее вредоносному для теплокровных и наиболее эффективно контролирующему засоренность посева.

Нами проведены исследования с целью установления продуктивности первых толерантных к глифосату гибридов сахарной свеклы при производственных посевах (таблица 24).

Таблица 24 - Продуктивность наиболее ценных толерантных к глифосату гибридов сахарной свеклы, 2019-2020 гг. (уборка механизированная)

Катал. номер гибрида	Комбинация скрещивания	Густота насаждения, тыс./га	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га	Доброкач. сока, %	Устойчивость к глифосату, %
ТГ 937 (1383)	ТМС 3-127 х Топ 3-99	109	66,5	15,8	10,5	85,9	90,5
ТГ 944 (1385)	ТМС 8-93 х Топ Кр 24	107	64,6	16,7	10,8	86,4	92,3
Среднее по опыту		108	65,5	16,2	10,6	86,1	91,4
Среднее по ООО «Агросахар»		-	54,0	-	-	-	0
Среднее по Успенскому району		-	49,5	-	-	-	0
Среднее по Краснодарскому краю		-	52,6	-	-	-	0

Результаты учетов, показали, что в проведенных производственных условиях (ООО «Агросахар») что у толерантных к глифосату гибридов урожайность была значительно выше по сравнению с средней урожайностью по хозяйству ООО «Агросахар» и превышение составило 11,5 т/га. Расходы на приобретение гербицидов для защиты сахарной свеклы от сорных растений при выращивании толерантных к глифосату гербицидов все три года выращивания были значительно меньше по сравнению с рекомендованными производству способами для обычных гибридов, экономия в расчете на 1га составила 6422 руб.

5 СЕМЕНОВОДСТВО НОВЫХ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Селекция и семеноводство сахарной свеклы рассматривается как двуединый процесс не только по биологическим особенностям (двулетний цикл), но и по организации производственной цепочки: от опытных делянок до производственных посевов.

В разных климатических зонах сложились и существуют до сих пор различные приёмы семеноводства, три из которых наиболее распространены:

- 1) высадочный способ (весенняя посадка корнеплодов, выращенных в предыдущем году);
- 2) безвысадочный (августовский срок посева с оставлением мелких корнеплодов на перезимовку в поле);
- 3) пересадочный способ, когда корнеплоды-штеклинги от летнего срока посева свежесобраных семян осенью не убирают, а оставляют в поле, а следующей весной высаживают (пересаживают) в поле для цветения и

формирования семян очередного поколения и, таким образом, ускоряя процесс семеноводства.

Потенциальные особенности гибрида могут быть реализованы только через высококачественные семена, и даже самый продуктивный по генотипу гибрид снижает урожай и сахаристость при использовании семян, выращенных с нарушениями и недостаточно подготовленными на семенном заводе.

Как правило, семена сахарной свеклы сначала выращивают в научных учреждениях - оригинальные (предбазисные компоненты), а затем дважды размножают по схеме: базисные семена – обработка на семзаводе, - гибридные семена F1 – обработка на семенном заводе. Компоненты любого генотипа, а значит и любой плодности и плоидности, стерильности и фертильности, с учетом устойчивости (толерантности) к болезням и гербицидам сначала размножают и подрабатывают строго изолированно. И только на последнем этапе, в семеноводческом хозяйстве, высаживают в заданном селекционерами соотношении (обычно 4:1) для формирования гибридных семян первого поколения F1. Организационная схема и этапные работы представлены в таблицах 25 и 26.

Таблица 25 – Организационная схема семеноводства сахарной свеклы

Место выращивания	Свекла 1-го года жизни (на маточные корнеплоды)	Свекла 2-го года жизни (на семена)	Наименование выращенных семян
Селекционное учреждение	Селекционные питомники размножения компонентов гибрида (отдельно отцовские и материнские формы)	Строго изолированное выращивание семян родительских форм	Предбазисные (оригинальные) родительские формы: МС компоненты; О-типы и отцовские ММ-формы)
Специализированное семхозяйство	Репродукционный посев предбазисных семян (отдельно по компонентам)	Изолированное выращивание родительских форм с удалением после цветения линий О-типа	Базисные семена: (МС-компоненты и отцовские ММ-формы)
Семеноводческие хозяйства	Маточный посев базисными семенами отдельно каждого родительского компонента	Посадка (или посев, в случае безвысадочного способа) чередующимися рядами компонентов с удалением после цветения отцовской формы	Гибридные семена F ₁

Таблица 26– Основные этапы семеноводства сахарной свеклы

1 этап. Поддержание компонентов на уровне предбазисных (оригинальных) семян					
Материнские односемян. МС-линии, mm		Линии О-типа в чистоте, mm (без скрещивания с МС)		Отцовские ММ-линии (опылители)	
Уч.1: МС ₁ x OT ₁	Уч.2: МС ₂ x OT ₂	О-тип 1	О-тип 2	ММ 1	ММ 2
2 этап. Выращивание базисных семян в НИУ или спецсхозах					
Материнские односемянные МС- линии, mm		Отцовские многосемянные ММ- линии			
МС 1 (4 ряда) x О-тип 1 МС 1 (4 ряда) x О-тип 2 сингл-кросс F ₁ (2 ряда) и т.д.		Линия ММ			
3 этап. Получение гибридных семян в семеноводческих хозяйствах					
МС -линия (16 рядов) – пропуск 1 ряд – ММ линия (4 ряда) – пропуск 1 ряд или: МС сингл- кросс F ₁ (16 рядов) – пропуск 1 ряд – ММ (линия) (4 ряда) – пропуск 1 ряд или: МС- линия (8 рядов) – пропуск 1 ряд - ММ линия (2 ряда) - пропуск - 1ряд					и т.д.

Организационная схема и семеноводческие этапы апробированы в производственных условиях, что позволило в 2018 году в хозяйствах Успенского и Отраденского районов вырастить 97 т семян новых гибридов Азимут, Успех и Кубанский МС 95.

В таблице 26 представлен один из вариантов схемы семеноводческой работы с гибридами на основе толерантных к глифосату МС линий.

Таким образом, в научных учреждениях ежегодно поддерживаются при строгой изоляции генотипы компонентов гибрида: МС-форма, ЗС (родственный закрепитель стерильности) и толерантный к глифосату опылитель ТММ. В элитсхозы поступают семена трех компонентов – МС, ЗС и Оп ТММ для размножения в чистоте. В семеноводческие хозяйства передаются семена материнской линии ТМС и отцовского компонентов где получают гибридные семена, которые реализуются потребителям для выращивания фабричной свеклы.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИБРИДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Экономическая эффективность сельского хозяйства является одной из актуальных проблем, решение которой открывает дальнейшие возможности для ускорения темпов развития и надежного снабжения страны сельскохозяйственной продукцией.

Высокая урожайность некоторых гибридов Кубанской селекции (Кубанский МС 95 и Вектор) способствовало повышению экономической эффективности их возделывания. Себестоимость 1 тонны корнеплодов у них снизилась на 65,6; 104,4 и 43,9 рублей в сравнении со стандартом, а у гибридов Кубанский МС 91 и Кубанский МС 92 на 16,5 и 43,2 рублей соответственно. Чистый доход у всех вариантов был выше, чем у стандарта, но самый высокий у нового гибрида Вектор (49,8 тыс. руб./га), второе место у Кубанского МС 95 (45,5 тыс. руб./га), третье – у Успеха (42,9 тыс. руб./га). Соответственно, уровень рентабельности у этих гибридов выше стандарта на 44,5; 30,8 и 22,6 % (таблица 27).

Таблица 27 – Экономическая и биоэнергетическая эффективность выращивания гибридов сахарной свеклы

Показатель	Гибрид					
	Кубанский МС 95, st	Кубанский МС 91	Кубанский МС 92	Кубанский МС 95	Вектор	Успех
Урожайность, т/га	41,2	42,3	44,1	45,6	48,3	44,0
Прибавка урожайности к стандарту, т/га	±0,0	1,1	2,9	4,4	7,1	2,8
Средняя цена реализации, руб./т	1600	1600	1600	1657	1657	1657
Стоимость валовой продукции, тыс. руб./га	65,9	67,7	70,6	75,6	80,0	72,9
Производственные затраты, тыс. руб./га	29,9	30,0	30,1	30,1	30,2	30,0
Себестоимость 1 т корнеплодов, руб.	725,7	709,2	682,5	660,1	625,3	681,8
Чистый доход, тыс. руб./га	36,0	37,7	40,5	45,5	49,8	42,9
Уровень рентабельности, %	120,4	125,7	134,6	151,2	164,9	143,0
Выход энергии с 1 га, ГДж	231,7	237,9	247,5	252,0	271,0	245,9
Затраты совокупной энергии на 1 га, ГДж	47,0	48,2	50,3	52,0	55,0	50,2
Приращение энергии, ГДж	184,7	189,7	197,2	200,0	216,0	195,7
Коэффициент чистой эффективности	3,92	3,74	3,92	3,80	3,93	3,80

Примечание: Расчет экономических показателей произведен по усредненной закупочной цене (2017-2021 гг.)

Результатом биоэнергетической оценки выращивания гибридов свидетельствуют о том, что наибольший выход энергии зафиксирован при

выращивании гибрида Вектор (271 ГДж на 1 га), а наименьший – при выращивании гибрида Кубанский МС 95 (232,7 ГДж на 1 га). Затраты совокупной энергии увеличивались по мере увеличения урожайности и самыми высокими они были при выращивании гибрида Вектор. Однако у этого гибрида приращение энергии было выше, чем у других и составило 216 ГДж, а коэффициент чистой эффективности составил 3,93, что практически на уровне стандарта и гибрида Кубанский МС 92, у которых выход и приращение энергии были меньше.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщение экспериментально полученных данных позволило заключить:

1. Нашими исследованиями установлено, что главным направлением в селекционных и семеноводческих исследованиях по сахарной свекле было создание, оценка и использование исходного материала, обладающего цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС).

2. Анализ полученных материалов позволил установить фенотипическое проявление основных форм стерильности, показано влияние различных факторов на генотипические особенности и усовершенствована методика подбора самофертильных линий, что позволило ускорить создание линий закрепителей стерильности с односемянностью и полной стерильностью.

3. Исследованиями установлено, что в качестве отцовских компонентов скрещивания новых гибридов наиболее целесообразно использовать многосемянные комбинационно способные линии. Создание высокопродуктивные гибриды в ходе нашего эксперимента с применением односемянных линий опылителей сахарной свеклы были безрезультативными.

4. Показано, что основными критериями пригодности линий в качестве родительских компонентов в скрещиваниях в процессе создания новых гибридов являлись их комбинационная способность (но не собственная продуктивность линий, как считалось раньше) устойчивость к церкоспорозу и гербицидам, что позволяет существенно снизятся затраты на производство, риски нанесения вреда для сахарной свеклы и окружающей среды путем уменьшения пестицидной нагрузки.

5. В ходе исследований нами созданы константные линии-доноры сахарной свеклы устойчивые к церкоспорозу, холодовому стрессу и гербицидам: СКЛ ОТ 4936, СКЛ ОТ 12122; МС аналоги СК МС 4935, СК МС 12169, СК МС 27038; линии-опылители СКЛ 5121П96, СКЛ 10185, СКЛ 10632 и СКЛ 6279.

6. Используя созданные комбинационно-способные линии-доноры хозяйственно-ценных признаков нами получены высокопродуктивные гибриды сахарной свеклы, устойчивые к церкоспорозу: Кубанский МС 95, Успех, Азимут, Рубин, Карат, Первомайский, которые включены в

Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации. Нами переданы в Государственное испытание новые гибриды сахарной свеклы: Фрегат, Корвет и Престиж.

7. Впервые нами получены толерантные к глифосату МС линии ТМС 8-93, ТМС 3-127 и линии-опылители Топ 2-94, Топ 3-99 и Топ Кр 24 с устойчивостью растений к глифосату в пределах 84-100 %.

8. На основе созданных толерантных к глифосату стерильных линий ТМС 8-93 и ТМС 3-127 в процессе гибридизации с толерантными линиями-опылителями, были получены первые устойчивые к глифосату гибриды сахарной свеклы. Наиболее продуктивным с устойчивостью 98 % в стационарных испытаниях в 2018-2020 гг. показал себя гибрид с каталожным номером 1385.

9. После четырех циклов самоопыления sibсового размножения и гибридизации устойчивость к глифосату передана наиболее ценным комбинационно способным церкоспороустойчивым линиям сахарной свеклы с каталожными номерами 1410, 1411, 1417, 1418, 1419 и 1424. Эти линии включены в программы для оценки их по общей и специфической комбинационной способности.

10. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по урожайности, сахаристости и сбору сахара позволили выявить долю влияния факторов на эти признаки и отобрать лучшие тестеры и линии-опылители. Установлена роль МС-тестера и опылителя и доля влияния МС-тестера (фактор А) на сбор сахара составила 86,67 %, а фактора В (опылитель) только 10,93 %.

11. В результате исследований нами созданы новые рентабельные гибриды с ускоренной схемой семеноводства на основе гибридов нового поколения константных линий О-типа, МС линий, линий опылителей с использованием методов традиционной классической селекции и биотехнологических способов.

12. Нами разработана новая технология семеноводства для биотехнологических гибридов, позволяющая начать процесс семеноводства созданных гибридов Кубанский МС 95, Успех, Азимут и Рубин, что дает возможность воспроизводства собственных семян сахарной свеклы для сельхозпроизводителей.

13. В результате исследований показано, чтобы повысить конкурентоспособность гибридов сахарной свеклы кубанской селекции в среднесрочной перспективе, наряду с усилением селекционно-генетических исследований, необходимо также применение высоких технологий выращивания семян и более тщательной заводской предпосевной их подготовки.

14. Созданные нами гибриды прошли производственную проверку в условиях Краснодарского и Ставропольского краев. Установлено различная реакция этих гибридов на приемы основной обработки почвы. В первой

половине вегетационного периода (до 1 августа) показатели продуктивности у всех изучаемых гибридов были выше при проведении вспашки.

Однако в последующем такой прием обработки нивелировался и к октябрю наибольший уровень продуктивности всех гибридов получен в варианте, где применялась обработка почвы с почвоуглублением (чизелеванием). И эти изменения были математически достоверны по величине урожайности и сбора сахара с единицы площади. Наибольшая продуктивность установлена у гибридов кубанской селекции: Кубанский МС 95, Кубанский МС 93 и Кубанский МС 74, а зарубежной селекции – Каньон, Крокодил, Яполи, Орикс, Адидже, Цетра.

15. В ходе эксперимента установлено, что в качестве основного приема подготовки почвы в семеноводческих и производственных посевах рекомендуется поверхностная обработка почвы на глубину 10–12 см с последующим чизелеванием на глубину 38–40 см. Установлено, что запасы продуктивной влаги в двух метровом слое почвы на варианте со вспашкой были меньше, по сравнению с делянками, где проводилась поверхностная обработка почвы с почвоуглублением в начале, середине и в конце вегетации на 11, 27 и 23 % соответственно. Запасы влаги в варианте только с поверхностной обработкой почвы имели промежуточные показатели.

16. Результаты нашего эксперимента показали, что гибриды кубанской селекции поражались гнилями в среднем в 2–3 раза меньше по сравнению с зарубежными аналогами. Меньшая поражаемость этим заболеванием отмечена на вариантах с применением чизелевания.

17. Применяя традиционные приемы генетических и селекционных подходов получены обнадеживающие результаты по созданию принципиально новых биотехнологических гибридов сахарной свеклы. Уточнены схемы наследования устойчивости к глифосату у комбинационно-способных раздельноплодных и сростноплодных линий сахарной свеклы.

Подтверждена высокая степень устойчивости к глифосату у церкоспороустойчивых линий – доноров ТОР 3-99 и Топ Кр 24. В конкурсном и экологическом испытаниях высокую комбинационную способность показали раздельноплодные линии ТМС 8-93 и ТМС 3-127. В экологическом испытании при механизированной уборке средняя урожайность биотехнологических гибридов составила 65,5 т/га.

18. Установлено, что экономически наиболее выгодно и энергетически целесообразно выращивание гибридов Кубанский МС 95 и Вектор. Это позволит получать приращение энергии 200 и 216 ГДж, чистого дохода 45,5 и 49,8 тыс. руб./га при норме рентабельности 151,2 и 164,9 % соответственно.

Показана возможность повышения экономической эффективности производства сахарной свеклы за счет существенного снижения затрат на приобретение гербицидов и более высокой продуктивности биотехнологических гибридов.

19. По результатам проведенных исследований разработана технология (рекомендация) по выращиванию биотехнологических гибридов и создана ускоренная технология выращивания семян сахарной свеклы в семеноводческих и производственных посевах. Передано в экологическое и производственное испытание первый биотехнологический толерантный к церкоспорозу и глифосату гибрид с каталожным номером 1385.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИИ, СЕМЕНОВОДСТВА И ПРОИЗВОДСТВА

1. Использовать в качестве доноров ценных признаков раздельноплодные линейные закрепители стерильности СКЛ ОТ 4936, СКЛ ОТ 12122, МС аналоги СК МС 12169, СК МС 4935, СК МС 27038, толерантные к глифосату ТМС 8-93, ТМС 3-127, а так же сростноплодные линии-опылители СКЛ 5121П96, СКЛ 10182, СКЛ 10632, СКЛ 6279 и толерантные к глифосату линии Топ 3-99 и Топ Кр 24.

2. В семеноводстве сахарной свеклы использовать разработанный способ эффективного отбора линий и оценки гибридов сахарной свеклы на ранних этапах роста и развития растений.

3. В свеклосеющих хозяйствах Южного региона России использовать высокопродуктивные гибриды сахарной свеклы: Кубанский МС 95, Успех, Азимут, Рубин и Первомайский. Применять в производстве технологию ускоренного выращивания семян новых гибридов сахарной свеклы.

4. Рекомендуется в семеноводческих и производственных посевах в качестве основного приема подготовки почвы поверхностная обработка почвы на глубину 10–12 см с последующим чизелеванием на глубину 38 – 40 см.

Основные публикации по теме диссертации Статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ

1. Шевченко А.Г. Производственное испытание гибридов / А.Г. Шевченко, А.М. Селезнев, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов** // Сахарная свекла. – 2004. – №4. – С.26–28.

2. Логвинов В.А. Перспективы внедрения отечественных гибридов сахарной свеклы / В.А. Логвинов, В.А. Дерюгин, В.Н. Мищенко, Н.В. Кудрявцева, Н.В. Саквин, **А.В. Логвинов**, Т.А. Астахова // Сахарная свекла. – 2005. – № 5. – С. 24–26.

3. Волгин В.В. Характеристика гибридов сахарной свеклы по параметрам экологической пластичности и стабильности / В.В. Волгин, В.Н. Мищенко, Н.В. Кудрявцева, **А.В. Логвинов**, Н.В. Саквин // Сахарная свекла. – 2007. – №3. – С.2-4.

4. Суслов В.И. Реакция гибридов на способы основной обработки почвы / В.И. Суслов, В.Н. Мищенко, А.П. Логвинова, Н.В. Саквин,

А.В. Стрельникова, **А.В. Логвинов**, Н.В. Карева // Сахарная свекла. – 2008. – №4. – С. 12–18.

5. Суслов В.И. Производственное испытание гибридов сахарной свеклы / В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, А.В. Стрельникова, **А.В. Логвинов**, А.В. Суслов, Н.Л. Филимонов // Сахарная свекла. – 2010. – №7. – С. 14-18.

6. Шевченко А.Г. Реакция различных форм сахарной свеклы на холодной стресс / А.Г. Шевченко, В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, А.В. Стрельникова, *А.В. Логвинов* // Сахарная свекла. – 2010. – №4. – С.6-9.

7. Суслов В.И. Теоретические и практические аспекты свекловодства в Краснодарском крае / В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, А.В. Суслов, **А.В. Логвинов** // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – №5 (26). – С.62-67.

8. Суслов В.И. Оценка селекционных материалов сахарной свеклы по признаку цветущности / В.И. Суслов, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко, В.Н. Мищенко, А.В. Суслов, **А.В. Логвинов**, А.И. Титаренко, В.В. Колганов // Сахарная свекла. – 2012 – №6. – С.12–15.

9. Суслов В.И. Изучение темпов роста перспективных гибридов сахарной свеклы / В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, А.В. Суслов, В.В. Колганов // Земледелие. – 2013. – №4. – С. 41-43.

10. Балков И.Я. Селекция – как фактор ускорения эволюции сахарной свеклы / И.Я. Балков, С.Д. Каракотов, В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, Р.Н. Райлян // Сахарная свекла. – 2014. – №5. – С. 8-13.

11. Балков И.Я. Селекция – как фактор ускорения эволюции сахарной свеклы / И.Я. Балков, С.Д. Каракотов, В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, Р.Н. Райлян // Сахарная свекла. – 2014. – №6. – С. 10-15.

12. Балков И.Я. Наследование признака толерантности к глифосату в процессе создания новых исходных форм сахарной свеклы / И.Я. Балков, С.Д. Каракотов, В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, Н.В. Карева // Сахарная свекла. – 2015. – №1. – С. 6-10.

13. Каракотов С.Д. Состояние и перспектива создания рентабельных гибридов сахарной свеклы, устойчивых к глифосату / С.Д. Каракотов, В.И. Балков, И.Я. Балков, В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, Н.В. Карева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар. – 2015. – №3 (54). – С. 84-89.

14. **Логвинов А.В.** Экономическая эффективность производства сахарной свеклы по вариантам основной обработки почвы / А.В. Логвинов, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко, Д.Н. Записоцкий, А.В. Моисеев, В.В. Моисеев // Успехи современного естествознания. – 2016. – №3. – С. 85-89.

15. Моисеев В.В. Продуктивность гибридов сахарной свеклы по срокам уборки корнеплодов / В.В. Моисеев, А.В. Моисеев, **А.В. Логвинов**, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко, А.А. Шувалов // Успехи современного естествознания. – 2016. - №8. – С. 110-113.

16. Мищенко В.Н. Теоретические и практические аспекты использования цитоплазматической мужской стерильности сахарной свеклы / В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, **А.В. Логвинов**, В.Н. Карева, И.Г. Корсун, Р.Н. Райлян // Сахарная свекла. – 2016. – №1. – С. 16-19.

17. Моисеев В.В. Современные приоритеты развития рынка сахара в Краснодарском крае / В.В. Моисеев, Ф.Р. Нач, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко // Фундаментальные исследования. – 2017. – №3. – С. 175–179.

18. Балков И.Я. Новый этап эволюции сахарной свеклы: от урожайности и сахаристости гибридов – к рентабельности их возделывания / И.Я. Балков, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко // Сахарная свекла. – 2017. – №10. – С.8-13.

19. Шевченко А.Г. Влияние массы корнеплодов и густоты насаждения на продуктивность семенников сахарной свеклы при выращивании семян методом штеклингов на орошении / А.Г. Шевченко, **А.В. Логвинов**, И.Г. Корсун // Сахарная свекла. – 2017. – №1. – С.18-21.

20. Логвинов А.В. Эффективность производства сахарной свеклы в зависимости от сроков уборки / **А.В. Логвинов**, В.В. Моисеев, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, А.Г. Шевченко, Н.В. Батракова, А.В. Моисеев // Сахарная свекла. – 2017. – №8. – С.11-13.

21. Балков И.Я. Особенности создания толерантных к глифосату форм сахарной свеклы / И.Я. Балков, В.А. Логвинов, А.Н. Евсеева, В.В. Моисеев, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, А.А. Шувалов, Р.Н. Райлян // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 64. – С. 58-65.

22. **Логвинов А.В.** Экономическая эффективность производства сахарной свеклы по срокам уборки / А.В. Логвинов, В.В. Моисеев, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, А.Г. Шевченко, А.В. Моисеев // Сахар. – 2017. – №2. – С. 30-32.

23. Балков И.Я. Перспективы создания биотехнологических гибридов сахарной свеклы /И.Я. Балков, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.В. Моисеев, **А.В. Логвинов**, Н.В. Карева // Сахар. – 2017. – № 6. – С. 48-56.

24. **Логвинов А.В.** Использование простых СИНГЛ-Кросс гибридов в качестве материнской формы при создании трехлинейных гибридов сахарной свеклы / А.В. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, А.А. Плешаков, Р.Н. Райлян, В.В. Моисеев, В.А. Рыжов // Сахарная свекла. – 2018. – № 10. – С. 6-9.

25. Шевченко А.Г. Технологические приемы производства семян МС гибридов сахарной свеклы методом штеклингов на орошении /

А.Г. Шевченко, **А.В. Логвинов**, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, С.С. Кошкин, И.Г. Корсун, Д.Н. Записоцкий, А.А. Плешаков // Сахарная свекла. – 2018. – №5. – С.2-7.

26. Балков И.Я. Толерантность к гербицидам – переход к новому этапу в эволюции сахарной свеклы / И.Я. Балков, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.В. Моисеев, А.А. Шувалов // Сахарная свекла. – 2018. – № 3. – С.2-7.

27. Балков И.Я. Особенности семеноводства сахарной свеклы в Краснодарском крае /И.Я. Балков, А.В. Логвинов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, А.Г. Шевченко, В.В. Моисеев, С.В. Шатохин // Сахарная свекла. – 2018. - №4. – С.24-27.

28. Логвинов В.А. Семеноводство сахарной свеклы в связи с новыми направлениями селекционной работы / В.А. Логвинов, В.В. Моисеев, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, А.В. Моисеев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – №71. – С. 45-52.

29. **Логвинов А.В.** Создание биотехнологических гибридов сахарной свеклы / А.В. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, В.В. Моисеев, А.В. Моисеев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2019. - №76. - С. 124-134.

30. **Логвинов А.В.** Теория и практика создания биотехнологических гибридов сахарной свеклы / А.В. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко, В.В. Моисеев // Сахарная свекла. – 2019. – №2. – С.10-18.

31. **Логвинов А.В.** Влияние чеканки на продуктивность семенников МС гибридов сахарной свеклы в условиях Краснодарского края / А.В. Логвинов, С.С. Кошкин, А.Г. Шевченко, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, Д.Н. Записоцкий // Сахарная свекла. –2019. – №8. – С.10-12.

32. **Логвинов А.В.** Создание гибридов сахарной свеклы, устойчивых к глифосату /А.В. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, В.В. Моисеев, А.Г. Шевченко // Сахар. – 2019. – №3. - С. 44-51.

33. **Логвинов А.В.** Динамика атмосферного давления и параметров ветра восточной части Краснодарского края в многолетнем режиме и их влияние на посевы сахарной свеклы / А.В. Логвинов, Д.Н. Записоцкий, В.В. Моисеев, С.М. Володина // Сахар. – 2019. – №9. – С. 24-30.

34. Шилов И.А. Создание современных гибридов сахарной свеклы с применением микросателитного анализа / И.А. Шилов, Ю.В. Анискина, Т.А. Шалаева, О.С. Колобова, Н.С. Велишаева, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов** // Сахар. – 2020. – № 8.- С. 27-31.

35. **Логвинов А.В.** Продуктивность гибридов сахарной свеклы Кубанской селекции / А.В. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, А.А. Плешаков, С.В. Пацкова, Ю.В. Жабатинская, А.В. Стерлев // Сахарная свекла. – 2020. - №2. – С. 14-18.

36. **Логвинов А.В.** Биотехнологические гибриды сахарной свеклы / А.В. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко, И.А. Шилов, В.В. Моисеев // Сахарная свекла. – 2020. – №3. – С. 2-7.

37. **Логвинов А.В.** Новые гибриды сахарной свеклы / А.В. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, И.А. Шилов, А.В. Моисеев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – №1(82). – С.80-89.

38. **Логвинов А.В.** Особенности технологических приемов выращивания корнеплодов-штеклингов маточной сахарной свеклы на орошении (научная статья)/ А.В. Логвинов, А.Г. Шевченко, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, С.С. Кошкин, В.В. Моисеев, Н.В. Батракова // Научный журнал КубГАУ, Краснодар: КубГАУ. –2020. – №159 (05). – С.1-15.

39. **Логвинов А.В.** Особенности выращивания гибридов сахарной свеклы в условиях засухи /А.В. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко, А.А. Шувалов, Н.В. Батракова, В.В. Моисеев// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №05(159). С. 334 – 347. – IDA [article ID]: 1592005023. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/05/pdf/23.pdf>.

40. Тестирование селекционных материалов сахарной свеклы на ранних этапах онтогенеза / **А.В. Логвинов**, В.Н. Мищенко, В.А. Логвинов и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – №03(167). С. 228 – 239. – IDA [article ID]: 1672103015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2021/03/pdf/15.pdf>.

Публикации в изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus

1. **Logvinov A.V.** Creating Biotechnological Hybrids of Sugar Beet / A.V. Logvinov, V.N. Mishenko, V.A. Logvinov, V.V. Moiseev, A.V. Moiseev, O.V. Koshaeva // Scopus International Journal of Engineering and Advanced Technology (IYEAT). - Volume 8. - Issue - 6. - 2019. - p. 5167-5175. <https://www.ijeat.org/portfolio-item/f9103088619/>

2. **Logvinov A.V.** Problems of Creating Three way Cross Hybrid of Sugar Beet / A.V. Logvinov, I.A. Shilov, V.V. Moiseev, A.V. Moiseev, N.N. Neshchadim, L.V. Tsatsenko // Scopus Eur Asian Journal of Biosciens Eurasia Biosci. – 13. – 2019. – P.1291-1293. <http://www.ejobios.org/download/problems-of-creating-a-three-way-cross-hybrid-of-sugar-beet-7255>.

3. **Logvinov A.V.** The Selection Effectiveness of Various Forms of Sugar Beet in Early Ontogenesis / A.V. Logvinov, V.A. Logvinov, V.V. Moiseev, N.N. Neshchadim, L.V. Tsatsenko, A. V. Moiseev // International Journal of Advanced

Монографии

1. Балков И.Я. Эволюция сахарной свеклы: от огородных форм до современных рентабельных гибридов /И.Я. Балков, С.Д. Каракотов, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко // Монография. – 2017. – Щелково. – 384 с.

2. **Логвинов А.В.** Селекция – как фактор ускорения эволюции сахарной свеклы /А.В. Логвинов// Монография. – 2020. – Краснодар. – 131 с.

3. Цаценко Л.В. Пыльцевой анализ растений в селекционной практике / Л.В. Цаценко, **А.В. Логвинов** //Монография. – 2021. – Краснодар: Просвещение-юг, 2021. – 101 с.

Работы, опубликованные в других изданиях

1. **Логвинов В.А.** Селекция сахарной свеклы: теория и практические аспекты проблемы / В.А. Логвинов, В.И. Суслов, Н.В. Карева, В.Н. Мищенко, А.В. Логвинов, А.В. Стрельникова, Н.В. Саквин, В.А. Дерюгин // Особенности возделывания и переработки сахарной свеклы на Северном Кавказе. – 2007. – Часть 1. – С. 66-81.

2. Полякова Н.М. Кризис семеноводства сахарной свеклы и пути его реструктуризации / Н.М. Полякова, **А.В. Логвинов** // Инновационное развитие аграрного производства на аридных территориях. – 2010. – С. 211-215.

3. Шевченко А.Г. Особенности орошения семенников сахарной свеклы в условиях изменяющегося климата Краснодарского края / А.Г. Шевченко, В.И. Суслов, **А.В. Логвинов**, С.С. Перетяцько // Инновационное развитие аграрного производства на аридных территориях. – 2010. – С. 329-337.

4. Титаренко А.И. Реакция различных форм сахарной свеклы на холодовой стресс // А.И. Титаренко, А.В. Суслов, **А.В. Логвинов** // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Краснодар. – 2010. – С. 96-98.

5. Перетяцько С.С. Особенности орошения семенников сахарной свеклы в условиях изменяющегося климата Краснодарского края / С.С. Перетяцько, **А.В. Логвинов** // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Краснодар. – 2010. – С. 79-81.

6. Суслов В.И. Повышение эффективности отбора устойчивых хозяйственно-ценных форм сахарной свеклы в процессе проращивания семян /В.И. Суслов, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко, А.В. Стрельников, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, А.И. Титаренко, А.В. Суслов// Методические рекомендации. – Краснодар, 2011. – 11 с.

7. Шувалов А.А. Изучение цветущности сахарной свеклы / А.А. Шувалов, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, А.В. Суслов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Краснодар. – 2011. – С. 60-62.

8. Титаренко А.И. Способ повышения устойчивости сахарной свеклы к гербицидам / А.И. Титаренко, А.В. Суслов, **А.В. Логвинов**, А.А. Шувалов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Краснодар. – 2011. – С. 750-752.

9. Райлян Р.Н. Изучение и оценка скороспелости перспективных гибридов сахарной свеклы / Р.Н. Райлян, **А.В. Логвинов**, А.В. Суслов, А.И. Титаренко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Краснодар. – 2012. – С. 46-48.

10. Суслов В.И. Проблемы и перспективы селекции сахарной свеклы в условиях юга России / В.И. Суслов, В.А. Логвинов, А.Г. Шевченко, А.В. Суслов, **А.В. Логвинов** // Инновации в свеклосахарном производстве. Сборник научных трудов, посвященных 90-летию ГНУ Всероссийского НИИСС. – Воронеж. – 2012. – С. 124-134.

11. Балков И.Я. Селекция как фактор совершенствования сахарной свеклы / И.Я. Балков, С.Д. Каракотов, В.И. Суслов, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, **А.В. Логвинов**, Р.Н. Райлян // Научное обеспечение отрасли свекловодства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле». – Минск. – 2013. – С. 18-46.

12. Балков И.Я. К созданию Российских ГМ-культур нужно приступить незамедлительно / И.Я. Балков, В.И. Суслов, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко // Агро XXI. – <http://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastanii/zrast/k-sozdaniyu-rossiiskih-gm-kultur>. - 2014. – С. 1-5.

13. **Логвинов А.В.** Урожайность и сахаристость биотехнологических гибридов сахарной свеклы в условиях Краснодарского края / А.В. Логвинов // В сборнике: Достижения современной науки: от теории к практике. Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции 25.11.2021 г. Минск, – 2021. – С. 16-24.

14. **Логвинов А.В.** Продуктивность гибридов сахарной свеклы в условиях Западного Предкавказья / А.В. Логвинов, А.Г. Шевченко // В сборнике: Инновации в современной науке. материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Прага, - 2021. - С. 67-76.

15. **Логвинов А.В.** Простые сингл-кросс гибридов сахарной свеклы в качестве материнской формы при создании трехлинейных гибридов / А.В. Логвинов // В сборнике: Проблемы и перспективы развития современной

науки. материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Кишинев, – 2021. – С. 21-27.

16. **Логвинов А.В.** Характеристика селекционных образцов сахарной свеклы по признаку цветущности / А.В. Логвинов, В.И. Суслов // В сборнике: наука XXI века: актуальные вопросы, проблемы и перспективы. материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Душанбе, - 2021. – С. 30-39.

Авторские свидетельства, коды и патенты на гибриды сахарной свеклы

1. Гибрид сахарной свеклы Кубанский МС 90 / В.А. Дерюгин, Н.В. Кудрявцева, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, А.П. Логвинова, В.Н. Мищенко, А.Г. Шевченко, Т.А. Якимова // Авторское свидетельство № 40944 РФ, 29.01.2007.

2. Гибрид сахарной свеклы Кубанский МС 91 / Т.А. Астахова, В.А. Дерюгин, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, А.П. Логвинова, В.Н. Мищенко, Н.В. Саквин, А.Г. Шевченко // Авторское свидетельство № 45370 РФ 11.05.2007.

3. Гибрид сахарной свеклы Кубанский МС 92 / В.А. Дерюгин, Н.В. Кудрявцева, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, А.П. Логвинова, В.Н. Мищенко, А.И. Ткаченко, А.Г. Шевченко // Авторское свидетельство № 45371 РФ, 11.05.2007.

4. Гибрид сахарной свеклы Кубанский МС 95 / В.А. Дерюгин, Н.В. Кудрявцева, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, А.П. Логвинов, В.Н. Мищенко, А.И. Ткаченко, А.Г. Шевченко // Авторское свидетельство № 47869 РФ, 25.01.2008.

5. Гибрид сахарной свеклы Вектор / А.Г. Шевченко, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, Н.В. Карева, В.И. Суслов, А.П. Логвинова, **А.В. Логвинов**, А.В. Стрельников // Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию РФ, код 9153641, 2011 г.

6. Гибрид сахарной свеклы Кулон / А.Г. Шевченко, В.А. Логвинов, Н.В. Карева, В.Н. Мищенко, В.И. Суслов, Н.В. Саквин, **А.В. Логвинов**, А.В. Стрельникова // Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию РФ, код 9153642, 2011 г.

7. Гибрид сахарной свеклы Успех / А.Г. Шевченко, В.А. Логвинов, Н.В. Кудрявцева, В.А. Дерюгин, В.Н. Мищенко, Н.В. Саквин, **А.В. Логвинов**, А.П. Логвинова // Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию РФ, код 9252285, 2011 г.

8. Гибрид сахарной свеклы Азимут / В.В. Колганов, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, В.И. Суслов, А.И. Титаренко // Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию, код 8757255, 2016 г.

9. Гибрид сахарной свеклы Кубанский МС 91 / Т.А. Астахова, В.А. Дерюгин, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, А.П. Логвинова, В.Н. Мищенко, Н.В. Саквин, А.Г. Шевченко // Патент на селекционное достижение № 3643, 11.05.2007 г. Выдан по заявке № 9610576 от 25.12.2003.

10. Гибрид сахарной свеклы Кубанский МС 92 / В.А. Дерюгин, Н.В. Кудрявцева, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, А.П. Логвинова, В.Н. Мищенко, А.И. Ткаченко, А.Г. Шевченко // Патент на селекционное достижение № 3644, 11.05.2007 г. Выдан по заявке № 9610577 от 25.12.2003.

11. Гибрид сахарной свеклы Рубин /Н.В. Карева, **А.В. Логвинов**, В.А. Логвинов, В.Н. Мищенко, Р.Н. Райлян, В.И. Суслов, А.Г. Шевченко // Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию РФ, код 8457441, 2018 г.

12. Гибрид сахарной свеклы Карат /Н.В. Карева, И.Г. Корсун, В.А. Логвинов, **А.В. Логвинов**, В.Н. Мищенко, В.И. Суслов, А.Г. Шевченко // Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию РФ, код 8457440, 2018 г.

13. Гибрид сахарной свеклы Первомайский / **А.В. Логвинов**, и [др.] // Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию РФ, код 8356114, 2020 г.

14. Способ получения константной линии сахарной свеклы, устойчивой к глифосфату // **А.В. Логвинов**, и [др.] // Патент на изобретение № 2760286 от 23.11.2021, выдан по заявке № 2020115077 от 03.04.2020.

Научное издание

ЛОГВИНОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ТОЛЕРАНТНЫХ К
ЦЕРКОСПОРОЗУ И ГЕРБИЦИДАМ ЛИНИИ И ГИБРИДОВ
САХАРНОЙ СВЕКЛЫ: ФЕНОТИПИЧЕСКОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ,
ГЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ИХ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Подписано в печать 25.02.2022 г. Формат 60x84 ¹/₁₆
Усл. печ. л. – 2,0. Тираж 100 экз. Заказ № .

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.