

Земледелие и Защита растений

№ 5 (126)
2019

Научно-практический
журнал

Архитект®

Проект нацеленный на результат

Два в одном - фунгицид + регулятор роста:

- ✓ Повышает и сохраняет урожайность;
- ✓ Обеспечивает перезимовку озимого рапса;
- ✓ Оптимизирует архитектуру растения и транспортирование/поглощение воды и питательных веществ;
- ✓ Повышает стрессоустойчивость к засухе к высоким температурам, за счет стимулирования развития корневой системы;
- ✓ Осуществляет антирезистентный контроль основных болезней рапса: фомоз, альтернариоз, цилиндропориоз, мучнистая роса.



Земледелие и Защита растений

Научно-практический журнал

№ 5 (126)

сентябрь – октябрь 2019 г.

Периодичность – 6 номеров в год

Издается с 1998 г.

Agriculture and plant protection
Scientific-Practical Journal

№ 5 (126)

September – October 2019

Periodicity – 6 issues per year

Published since 1998

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Ф. И. Привалов, генеральный директор *РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»*, член-корреспондент НАН Беларуси, председатель совета учредителей

СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:

В. В. Лапа, директор *РУП «Институт почвоведения и агрохимии»*, академик НАН Беларуси;

С. В. Сорока, директор *РУП «Институт защиты растений»*, кандидат с.-х. наук;

В. П. Гнилозуб, директор *РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»*;

В. Л. Маханько, генеральный директор *РУП «НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»*, кандидат с.-х. наук;

А. А. Таранов, директор *РУП «Институт плодоводства»*, кандидат с.-х. наук;

А. И. Чайковский, директор *РУП «Институт овощеводства»*, кандидат с.-х. наук;

А. В. Пискун, директор *ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»*;

Л. В. Сорочинский, директор *ООО «Земледелие и защита растений»*, доктор с.-х. наук, зам. главного редактора

РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»



В НОМЕРЕ

Свекловодство

- ✍ *Привалов Ф. И., Гнилозуб В. П., Чечёткин Ю. М.* Состояние и пути развития производства сахарной свеклы в Республике Беларусь 4
- ✍ *Гнилозуб В. П., Чечёткин Ю. М.* Этапы развития, интенсификации и основные итоги работы опытной станции по научному обеспечению свекловодства в Республике Беларусь (к 90-летию юбилею РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле») 8
- ✍ *Смирнов М. А.* Свекловодство России в современных условиях 11
- ✍ *Федулова Т. П.* Молекулярно-генетические подходы для ускоренного создания гибридов сахарной свеклы с заданными свойствами 12
- ✍ *Бейня В. А., Рубан Н. Ф.* Сорт – основа урожая 16
- ✍ *Бастаубаева Ш. О., Конысбеков К. Т., Мусогоджаев Н. Т., Елназаркызы Р.* Экологическое сортоиспытание гибридов сахарной свеклы 18
- ✍ *Минакова О. А., Александрова Л. В., Подвигина Т. Н.* Сахаристость корнеплодов сахарной свеклы в паровом и травяном звене севооборота при длительном применении удобрений (1936–2017 гг.) 20
- ✍ *Чечеткина И. В., Гуляка М. И., Кашевич Е. М., Шкраба Е. А., Шкут В. С.* Динамика формирования урожайности и качества сахарной свеклы в зависимости от погодных условий 22
- ✍ *Смирнов М. А.* Повышение сохранности маточных корнеплодов сахарной свеклы 26
- ✍ *Гаджиева Г. И., Подковенко О. В., Гуляка М. И., Чечеткина И. В.* Устойчивость гибридов сахарной свеклы к церкоспорозу 27
- ✍ *Гамуев О. В., Вилков В. М.* Эффективность применения гербицидов и адъювантов в посевах сахарной свеклы в ЦЧР РФ 34
- ✍ *Стогниенко О. И., Стогниенко Е. С.* Расширение роли сложных и сопряженных болезней сахарной свеклы 37
- ✍ *Шамин А. А., Стогниенко О. И.* Относительное обилие видов *Fusarium* sp. в почвах свекловичных агроценозов ЦЧР в зависимости от способов основной обработки и фона удобрённости 38
- ✍ *Подвигина О. А., Нечаева О. М.* Лазерная активация семян сахарной свеклы 41
- ✍ *Стогниенко О. И., Корниенко А. В., Стогниенко Е. С.* Неинвазивные методы диагностики болезней корнеплодов сахарной свеклы для отборов на устойчивость 42

Агротехнологии

- ✍ *Ритвинская Е. М., Кочурко В. И., Абарова Е. Э.* Использование микробного препарата АгроМик в технологии выращивания ярового ячменя для южной зоны Республики Беларусь 44

Плодоводство

- ✍ *Демидович Е. И., Криворот А. М.* Динамика потерь плодов яблони белорусского промышленного сортимента от болезней во время длительного хранения 48

Редакцией журнала «Земледелие и защита растений» выпущено

ДОПОЛНЕНИЕ К ГОСУДАРСТВЕННОМУ РЕЕСТРУ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ (ПЕСТИЦИДОВ) И УДОБРЕНИЙ, РАЗРЕШЕННЫХ К ПРИМЕНЕНИЮ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(2019 г.)

В справочное издание включены пестициды и удобрения, прошедшие государственную регистрацию в 2017–2019 гг. ДОПОЛНЕНИЕ К РЕЕСТРУ содержит подробную информацию о новейших пестицидах и удобрениях, а также о регламентах и технологиях их применения на всех сельскохозяйственных культурах и является уникальным справочным пособием для агрономов, фермеров, научных работников, студентов аграрных ВУЗов.

Необходимое количество экземпляров справочного издания Вы можете заказать в редакции журнала «Земледелие и защита растений», произведя предоплату согласно счет-фактуре.

Справки: тел./факс 8 (017) 509-24-89, моб. тел. 8 (029) 640-23-10, 8 (029) 659-64-47,
8 (029) 371-52-29 (бухгалтер).

**Коллективу
республиканского дочернего унитарного предприятия
«Опытная научная станция по сахарной свекле»**

Уважаемые коллеги!

Примите самые искренние поздравления и пожелания дальнейших плодотворных достижений по случаю 90-летия одной из старейших научно-исследовательских организаций сельскохозяйственного профиля страны – опытной научной станции по сахарной свекле!

Творческая мысль нынешнего коллектива исследователей нацелена на выведение сортов и гибридов сахарной свеклы, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам, отличающихся высокой продуктивностью, повышенным технологическим качеством. Более 20 сортов и гибридов одной из важнейших наших технических культур созданы вами, 5 из них районированы в Республике Беларусь. В том, что страна стабильно получает высокие урожаи сахарных корнеплодов, полностью обеспечивает внутренний спрос на сахар, имеет значительный экспортный потенциал его, заслуга не только земледельцев, но и вас, создающих инновационный продукт.

В ближайшей перспективе станция предложит производству новые сорта и гибриды, технологии их возделывания, которые будут содействовать развитию отрасли на современной основе.

Уважаемые коллеги, вы располагаете передовой базой для плодотворного научного поиска: селекционно-семеноводческим комплексом, оснащенные лаборатории микроклонального размножения, технологических качеств сахарной свеклы, занимаетесь семеноводством культуры. Уверен, что благородные плоды трудов ваших и дальше по достоинству будут ценить сельские труженики.

Крепкого здоровья всем, новых творческих открытий, успехов на благо нашей Родины!

***Федор Привалов,
генеральный директор РУП «Научно-практический
центр НАН Беларуси по земледелию»***

Состояние и пути развития производства сахарной свеклы в Республике Беларусь

Ф. И. Привалов

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

В. П. Гнилозуб, Ю. М. Чечёткин

Опытная научная станция по сахарной свекле, Беларусь

Задачи современной аграрной политики Республики Беларусь, связанные с достижением продовольственной безопасности и социальной защищенности населения, определяют новые требования к повышению эффективности и устойчивости функционирования агропромышленного производства и агропродовольственных рынков. В контексте данных задач приоритетную значимость приобретает развитие свеклосахарного производства и рынка сахара как важнейшего стратегического и многофункционального подкомплекса аграрной экономики страны.

Большое значение данного подкомплекса для экономики страны определяется тем, что сахар является одним из основных продуктов питания. В рационе человека около четверти энергетических калорий приходится на сахар, который наряду с крахмалосодержащими продуктами покрывает потребность организма в углеводах, а также служит важным компонентом многих пищевых продуктов, выполняя роль консерванта и подсластителя. Кроме того, сахар обладает высокой транспортабельностью и пригодностью к длительному хранению, что дает возможность формировать как национальные, так и мировые продовольственные запасы.

Основной культурой, используемой в качестве сырья для производства сахара, в Республике Беларусь является сахарная свекла. В решении проблемы обеспечения страны продовольствием важная роль отводится сахарному подкомплексу, который следует рассматривать как совокупность отраслей, занятых производством сахарной свеклы, её хранением и переработкой, также приобретенного на мировом рынке тростникового сахара-сырца, реализацией конечного продукта, а также осуществляющих производственно-техническое обслуживание [1].

Целесообразность выращивания свеклы определяется еще и положительным влиянием свекловичного

севооборота на возделывание последующих сельскохозяйственных культур. Несмотря на то, что немногим более высокая стоимость свекловичного сахара не является преимуществом по сравнению с продукцией, произведенной из импортного сырья, тем не менее республика должна увеличивать выработку сахара-песка из отечественной сахарной свеклы для обеспечения продовольственной безопасности.

Поэтому сахарная промышленность – одна из самых перспективных отраслей для нашей республики, которая входит в число тридцати крупнейших стран-производителей сахара-песка и в число двадцати стран-производителей сахарной свеклы [2].

Свеклосахарное производство – одно из тех отраслей АПК Беларуси, уровень развития которой в значительной степени определяет состояние его экономики и активность формирования отечественного рынка сахара [3].

В целом в республике ежегодное производство сахара в два раза превышает его потребление на внутреннем рынке. Поэтому сахарная промышленность Республики Беларусь является экспортоориентированной – около 50 % произведенной в стране продукции поставляется в страны ближнего и дальнего зарубежья [3, 4].

Площадь возделывания сахарной свеклы в Республике Беларусь в последние годы стабилизировалась на уровне 95–100 тыс. га (рисунок 1).

Также в последние годы наблюдается тенденция увеличения урожайности корнеплодов сахарной свеклы по республике – на уровне 45–50 т/га (рисунок 1) и выработки сахара (рисунок 2).

За последнее десятилетие произошло увеличение мощностей сахарных комбинатов по переработке корнеплодов сахарной свеклы в среднем на 24 %, из них: Городейский СК – на 26 %, Скидельский СК – на 28 %, Слуцкий ССК – на 27 %, Жабинковский СЗ – на 14 %. Но, несмотря на это, все еще существует дисбаланс



Рисунок 1 – Площадь возделывания и урожайность сахарной свеклы

между производством корнеплодов и суммарными мощностями для переработки за нормативный период – 105–110 суток.

С 2007 по 2011 г. объемы совокупного производства сахара-песка в Республике Беларусь ежегодно возрастали (рисунок 3), а начиная с 2012 г., идет характерно резкое снижение объемов производства.

Сахарная свекла остается одной из наиболее продуктивных культур и имеет первостепенное экономическое значение. При урожайности 500 ц/га можно получить 75 ц сахара, а также и хороший корм в виде жома, патоки, что обеспечивает дополнительно не менее 100 ц/га к. ед. Таким образом, с расширением посевов сахарной свеклы и повышением ее продуктивности укрепляется кормовая база хозяйств. Использование ботвы в качестве удобрения при урожайности корнеплодов в 400–500 ц/га эквивалентно внесению 30 т/га навоза.

В качестве побочного продукта при производстве сахара получают дефекат – ценное известковое удобрение, которое по реакционной эффективности не уступает доломитовой муке. Таким образом, выращивание сахарной свеклы приводит к повышению плодородия почвы и на фоне высокой культуры земледелия способствует росту урожайности других культур, особенно зерновых.

Возделывание сахарной свеклы имеет достаточно высокую трудоемкость и материалоемкость, несмотря на внедрение новых технологических приемов ухода за посевами, уборки корнеплодов и механизации основных технологических процессов. В ряде хозяйств на гектар посевов сахарной свеклы затраты труда оказываются в 11–13 раз больше, чем на гектар зерновых культур, материально-денежные затраты – в 6–8 раз выше [7]. Таким образом, по сравнению с другими культурами она требует значительно больших затрат труда и средств.

Высокие цены на импортную сельскохозяйственную технику и средства защиты растений, повышение цен на топливо, рост заработной платы и т. д. приводит к росту себестоимости продукции.

В структуре себестоимости на производство сахарной свеклы в сельскохозяйственных организациях Беларуси значительный удельный вес имеют затраты на приобретение пестицидов (27–28 %); минеральных и органических удобрений (19–20 %); семена (12–13 %); организацию и управление производством (14–15 %); зарплата (20 %); содержание основных средств (5–6 %) [5].

Возделывание сахарной свеклы становится рентабельным при урожайности корнеплодов не менее 440–450 ц/га. С увеличением урожайности, несмотря

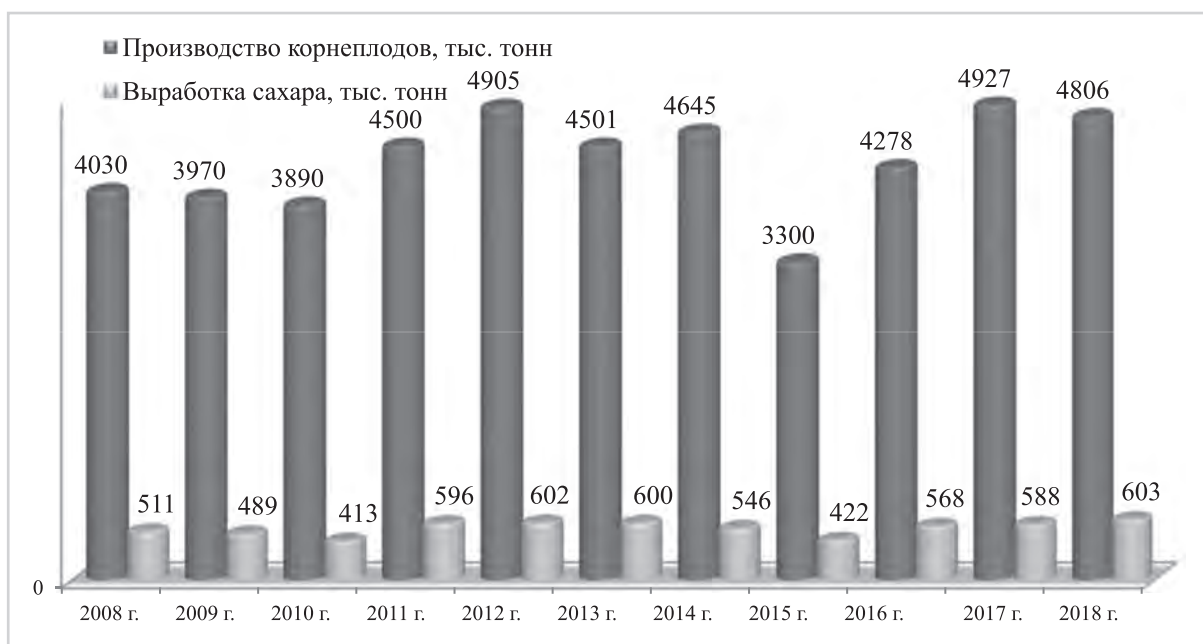


Рисунок 2 – Производство корнеплодов и выработка сахара из сахарной свеклы

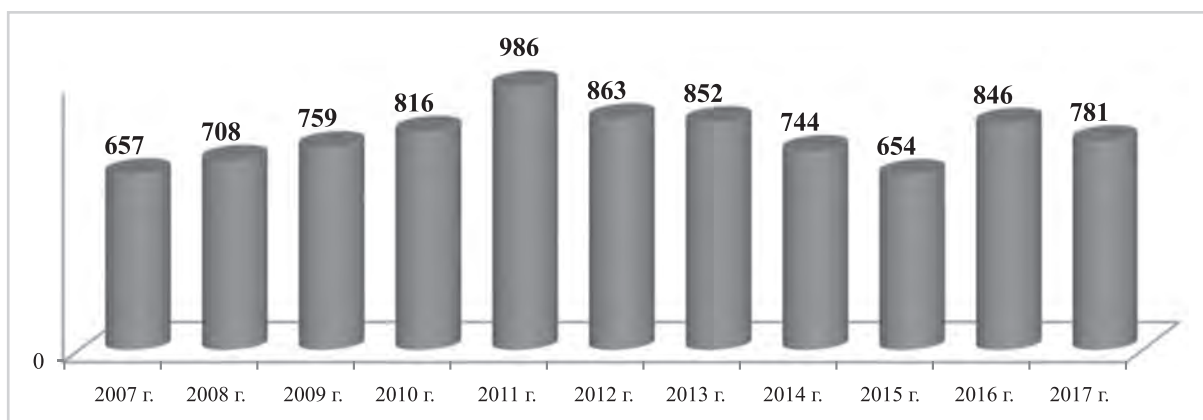


Рисунок 3 – Производство сахара-песка в Республике Беларусь, тыс. т

на рост затрат, снижается себестоимость продукции и соответственно увеличивается рентабельность.

Несмотря на то, что агроклиматические условия для выращивания сахарной свеклы в республике не самые лучшие (например, биологическая продуктивность климата оценивается в Беларуси в 100–120 баллов, в Польше – 125–135, в Германии – 125–140), все же имеются значительные возможности для повышения продуктивности культуры, снижения себестоимости продукции, повышения рентабельности производства. Об этом свидетельствует не только опыт европейских стран, но и лучших отечественных свеклосеющих хозяйств, освоивших рекомендованную прогрессивную технологию возделывания культуры, получающих урожайность 50 и более т/га и выход сахара 8,5 т/га.

Опыт показывает, что зависимость страны от импорта продовольствия подрывает экономическую безопасность любого государства. Крупномасштабные закупки продуктов питания и сырья за рубежом ослабляют собственную перерабатывающую промышленность и развитие сельского хозяйства, ограничивают возможность использования валютных средств на другие цели (около 80 млн долл. США).

Развитие производства сахарной свеклы – не только одно из условий обеспечения продовольственной независимости страны, но и гарантия рабочих мест, доходов свекловодов, значительный фактор повышения культуры земледелия, крупный источник ценных кормовых ресурсов для животноводства.

В состав сахарной свеклы входят ценные питательные вещества, которые пока используются недостаточно эффективно. Для производства продуктов питания в Республике Беларусь можно использовать пищевые волокна из свеклы. Необходимо организовать получение пектина из свекловичного жома и лизина из патоки, которые приходится закупать за рубежом.

Параметры развития свекловодческой отрасли агропромышленного комплекса Республики Беларусь определены Государственной программой развития аграрного бизнеса в Беларуси на 2016–2020 годы.

Главной целью Государственной программы является разработка системы научно обоснованных и экономически целесообразных мероприятий, способствующих дальнейшему развитию организаций сахарной промышленности в тесной взаимосвязи с сельскохозяйственным производством, для обеспечения роста объемов производства свекловичного сахара, переработки сахарной свеклы в оптимальные сроки и сокращения потерь сырья и сахара на всех стадиях – от выращивания сахарной свеклы до производства сахара из нее.

В ходе реализации Государственной программы будут реализованы мероприятия по развитию свеклосахарного подкомплекса, индикаторами которого являются:

- установление оптимального срока переработки сахарной свеклы – 105–110 суток;
- достижение объемов производства к 2020 г. сахарной свеклы средней сахаристости до 17 % в хозяйствах всех категорий на уровне не менее 4902 тыс. т на площади 98 тыс. га;
- снижение потерь и затрат организаций, осуществляющих деятельность по производству сахара, более чем на 122 млрд руб.;
- реконструкция и увеличение производственных мощностей по переработке сахарной свеклы до 44 тыс. т в сутки.

Для достижения указанных индикаторов предусматривается реализация мероприятий по:

- оптимизации сроков заготовки и переработки сахарной свеклы с отказом от ее заготовки и переработки в ранние (до 20 сентября) и поздние (январь) сроки;
- использованию высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы, устойчивых к болезням;
- оптимизации структуры посевных площадей в свеклосеющих хозяйствах;
- обеспечению комплексной системы защиты растений сахарной свеклы от сорной растительности, вредителей и болезней;
- оптимизации системы удобрений, сбалансированных по элементам питания, срокам внесения.

Дальнейшее развитие свекловодства до 2020 г. будет осуществляться за счет:

- интенсификации выращивания сахарной свеклы без увеличения посевных площадей;
- повышения урожайности и сахаристости сахарной свеклы, выработки сахара с одного гектара;
- обеспечения сохранности сахарной свеклы на всех технологических этапах.

Для реализации этих целей в период до 2020 г. производителями сахарной свеклы совместно с учеными НАН Беларуси, организациями сахарной промышленности будут реализованы мероприятия по технологическому сопровождению возделывания сахарной свеклы от подготовки к посеву семян до уборки, в соответствии с требованиями отраслевого регламента по возделыванию сахарной свеклы и обеспечению ее сохранности на всех технологических этапах.

При этом предусматривается повышение сахаристости сахарной свеклы до 17 % в 2020 г. и увеличение урожайности до 524 ц/га.

Это будет обеспечено за счет:

- интенсивных технологий возделывания сахарной свеклы с использованием научно обоснованных севооборотов;
- качественной подготовки почвы;
- совершенствования системы удобрений с локальным внесением минеральных удобрений, макро- и микроудобрений в период вегетации, оптимизации показателей кислотности почвы;
- подбора для посева высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы с выработкой сахара с 1 га 10 т и более (во Франции – 12 т, в Германии – 11, в Польше – 7,5, в Беларуси – 5,3 т);
- обеспечения густоты стояния растений сахарной свеклы (не менее 90 тыс. растений на гектаре за счет соблюдения технологии возделывания, норм высева, глубины заделки семян);
- совершенствования системы защиты растений от сорной растительности, вредителей и болезней.
- Кроме того, на период до 2020 г. планируется:
- укрепление материально-технической базы свеклосеющих хозяйств (обеспечение высокопроизводительными свеклоуборочными комбайнами и свеклопогрузчиками);
- укрепление материально-технической базы свеклоприемных пунктов (укомплектование погрузочной и разгрузочной техникой, буртоукладчиками грузоподъемностью 40 т и более);
- ремонт и строительство новых свеклоприемных пунктов и кагатных полей с твердым покрытием общей вместимостью не менее 2000 тыс. т, внедрение на

всех свеклопунктах единой электронной системы учета сахарной свеклы;

- поставка сахарной свеклы в организации сахарной промышленности по согласованным графикам, обеспечивающим ритмичную работу в течение всего периода ее переработки.

Сохранность сахарной свеклы будет обеспечена за счет применения передовых технологий хранения (активное вентилирование сырья в кагатах, укрытие кагатов защитными материалами), увеличения емкости кагатных полей с твердым покрытием, проведения обработки корнеплодов при хранении средствами защиты, а также организации хранения сахарной свеклы в местах ее выращивания (не менее 20 % от общего объема заготовки).

В ходе реализации Государственной программы объем производства сахарной свеклы к 2020 г. достигнет не менее 5500 тыс. т, в том числе для ОАО «Скидельский сахарный комбинат» – 1150 тыс. т, ОАО «Городейский сахарный комбинат» – 1230 тыс. т, ОАО «Жабинковский сахарный завод» – 1180 тыс. т, ОАО «Слущкий сахарорафинадный комбинат» – 1150 тыс. т и новая организация сахарной промышленности – 790 тыс. т.

Повышение урожайности, сахаристости сахарной свеклы, объема выработки сахара с одного гектара и обеспечение сохранности сахарной свеклы позволят к 2020 г. значительно увеличить объемы производства сахара на мощностях действующих организаций сахарной промышленности.

Проводимая работа по развитию возделывания сахарной свеклы и увеличению объемов ее заготовки более чем на 1,5 млн т имеет также положительный социально-экономический аспект, так как решаются вопросы повышения эффективности работы сельскохозяйственных организаций и занятости населения, создания дополнительных рабочих мест [6].

Для выполнения поставленной задачи по производству сахарной свеклы, снижения ее себестоимости и стабильного развития свекловодческой отрасли необходимо освоение севооборотов с сахарной свеклой в хозяйствах, увеличивших ее посевы до 8–12 % (а в особо благоприятных условиях и до 20 %) севооборотной площади при условии размещения культуры на пригодных для возделывания землях.

Наиболее пригодными землями для сахарной свеклы являются средне- и хорошо окультуренные дерново-подзолистые почвы, с небольшим содержанием камней, имеющие реакцию почвенной среды, близкой к нейтральной (рН 6–6,5). По механическому составу – суглинистые, супесчаные, подстилаемые мореной почвы с высокой водоудерживающей способностью. Величина урожая сахарной свеклы находится в прямой зависимости от плодородия почв, поэтому расширение посевов будет проводиться главным образом на почвах с баллом плодородия 40–50 и выше.

Нецелесообразно размещать посевы сахарной свеклы на супесчаных почвах, подстилаемых песками, и торфяниках.

В Гродненской и Минской областях достаточно почв, пригодных для возделывания сахарной свеклы и насыщения севооборота до 8–12 % в структуре посевных площадей. Поэтому программой предусмотрено значительное наращивание объема производства корнеплодов в Гродненской области – до 2050 тыс. т, в Минской – до 1930 тыс. т.

В Брестской области почв, пригодных для возделывания сахарной свеклы, меньше (8 % хороших, 24 %

удовлетворительных), что ограничивает возможности расширения ее посевов. Поэтому объем производства корнеплодов по Брестской области к концу 2020 г. будет составлять 980 тыс. т.

Следует продолжить оптимизацию сырьевых зон сахарных заводов с радиусом доставки корнеплодов до 70 км и средней площадью под сахарной свеклой на одно хозяйство не менее 100 га.

Необходимо укомплектование свеклосеющих хозяйств специальной техникой в необходимых количествах и ассортименте, и организация выполнения отдельных видов работ в хозяйствах с низким ресурсным уровнем техникой специализированных механизированных отрядов при сахарных заводах. При этом свеклосеющие хозяйства должны быть в достаточной степени обеспечены техникой для качественного выполнения подготовительных работ (плуги для гладкой пахоты, агрегаты для внесения органических и минеральных удобрений, для предпосевной подготовки почвы), опрыскивателями для внесения средств защиты растений и некорневых подкормок. Целесообразно в первую очередь применять машины и сельхозорудия отечественного производства и только при условии высокоинтенсивного использования (в крупных свеклосеющих хозяйствах и в мехотрядах) – отдельные виды импортных высокопроизводительных машин (например, опрыскивателей, свеклоуборочных комбайнов).

Требуется срочное решение вопроса выпуска более дешевых отечественных погрузчиков-доочистителей корнеплодов, недостаток или даже отсутствие которых в свеклосеющих хозяйствах приводит к значительным потерям и снижению качества на завершающем этапе возделывания сахарной свеклы – уборке.

Необходимо строгое соблюдение научно обоснованных и рекомендованных технологических приемов по возделыванию сахарной свеклы с учетом зональных особенностей, применение, прежде всего, рациональных и экономически обоснованных схем удобрения и защиты растений. Использование существующих видов удобрений отечественного производства, освоение и расширение выпуска и использования новых форм удобрений (в т. ч. и комплексных по рецептурам Опытной научной станции по сахарной свекле, Института почвоведения и агрохимии, составов для некорневых подкормок). Расширение использования таких ресурсов, как дефекат, фосфогипс, техническая соль хлористого натрия и др.

Ввиду практически пока малого ассортимента средств защиты растений отечественного производства, необходим тендерный подбор поставщиков препаратов с предоставлением приоритета фирмам-производителям, а не посредникам.

С учетом того, что районированные совместные гибриды сахарной свеклы по продуктивности не уступают иностранным, целесообразно поддержание удельного веса в сортовой структуре посевов собственных и совместной селекции гибридов на уровне 20–30 % посевных площадей при осуществлении тендерных закупок семян сахарной свеклы. Приобретение оборудования для дражирования и иной предпосевной подготовки семян имеющихся и вновь создаваемых гибридов белорусской селекции. Создание и оснащение специальной лаборатории по контролю качества поставляемых в свеклосеющие хозяйства семян сахарной свеклы.

Для повышения заинтересованности свеклосеющих хозяйств в увеличении производства сахарной свеклы целесообразно постоянно поддерживать сложившийся механизм льготного кредитования сахарных заводов для 50%-ного авансирования сезонных затрат на выра-

щивание свеклы с субсидированием части процентных ставок из бюджета.

В целях повышения инвестиционной привлекательности и развития свеклосеяния целесообразно принять нормативно-правовые акты, обеспечивающие хозяйствам возможность нормализовать финансовое положение, получить доступ к кредитам и возможность осуществлять денежные расчеты, используя банковскую систему.

Необходимо обеспечить поставку свеклосеющим хозяйствам сельскохозяйственной техники на условиях лизинга, в том числе и по импорту.

Следует решить вопрос о целевом использовании на развитие свеклосахарного комплекса части средств, получаемых от уплаты таможенных пошлин и других, приравненных к ним платежей на ввозимый сахар-сырец и белый сахар.

Литература

1. Гусаков, В. Г. Экономика и организация сельского хозяйства в условиях становления рынка: научный поиск, проблемы, решения / В. Г. Гусаков. – Минск: Белорусская наука, 2008. – 431 с.
2. <http://www.minsk-region.gov.by/data%5Cprices%5C1-17.doc>
3. <http://www.gsk.kasper-systems.com>
4. Сумонов, М. Е. Сахарная свекла – важная сельскохозяйственная культура / М. Е. Сумонов // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 13–15.
5. Лещиловский, П. В. Экономика предприятий и отраслей АПК: учебник / П. В. Лещиловский // Под ред. П. В. Лещиловского, Л. Ф. Догилы, В. С. Тонковича. – Мн.: БГЭУ, 2001. – 574 с.
6. www.levonevsky.org
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Министерство статистики и анализа РБ. – Минск, 2012. – 353 с.

Этапы развития, интенсификации и основные итоги работы опытной станции по научному обеспечению свекловодства в Республике Беларусь (к 90-летию юбилею РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»)

В. П. Гнилозуб, Ю. М. Чечёткин

Опытная научная станция по сахарной свекле, Беларусь

Опытная станция – это научное учреждение, занимающееся вопросами возделывания сахарной свеклы в Беларуси, повышением эффективности ее культивирования и переработки.

История становления и развития Республиканского унитарного предприятия «Опытная научная станция по сахарной свекле», которое в текущем году отмечает 90-летие, начинается с 1928 г., когда была образована Ганусовская полеводческая опытная станция.

До 1939 г. на станции проводилась работа по сортоиспытанию и изучению отдельных приемов агротехники зерновых культур, клевера, люцерны, кормовой свеклы на минеральных почвах, улучшению естественных и созданию сеяных лугов на торфяно-болотных почвах для зоны обслуживания (Несвижский, Новогрудский, Барановичский, Слонимский и Столбцовский поветы).

В 1939 г. после воссоединения Западной Белоруссии станция переходит в ведение Народного Комиссариата Земледелия БССР. В период до 1941 г. сотрудники станции занимались селекцией озимой и яровой пшеницы, семеноводством перспективных сортов зерновых культур и продолжали исследования по улучшению лугов и пастбищ на осушенных торфяниках.

С июня 1941 г. в связи с оккупацией территории Белорусской ССР немецко-фашистскими захватчиками станция прервала свою деятельность и возобновила ее в 1944 г. Перед коллективом станции встали новые задачи: разработка системы агротехнических мероприятий, которые могли бы обеспечить быстрое восстановление и дальнейшее развитие полеводства республики.

В тематику исследований включаются вопросы системы удобрения в севообороте, агротехники фасоли, гречихи, льна, махорки, кукурузы, многолетних трав.

В этот же период закладываются первые полевые опыты с сахарной свеклой.

В связи со строительством в республике сахарных заводов (в 1951 г. вступил в строй действующих Скидельский, а в 1959 г. – Городейский) и развитием фабричного свеклосеяния, станция с 1956 г. начала расширять исследования по сахарной свекле. В соответствии с Постановлением ЦК КПБ и Совета Министров Белорусской ССР, в апреле 1959 г. она была преобразована в Ганусовскую опытно-селекционную станцию по сахарной свекле. Доминирующее положение в ее тематике стали занимать исследования по селекции, семеноводству и агротехнике возделывания сахарной свеклы. С этого времени станция является головной научно-исследовательской организацией республики по селекции сахарной свеклы и технологии ее возделывания. В 1986 г. переименована в Белорусскую зональную опытную станцию по сахарной свекле, в 2000 г. – в Республиканское унитарное предприятие «Белорусская опытная станция по сахарной свекле». В 2002 г. как Республиканское унитарное предприятие «Опытная станция по сахарной свекле Национальной академии наук Беларуси» включена в состав научных учреждений и предприятий Национальной академии наук Беларуси.

До 1970 г. на опытной станции проводились исследования по отдельным элементам агротехники сахарной свеклы, в том числе и при возделывании ее на торфяно-болотных почвах. В отделе селекции велась работа по созданию исходных материалов односемянных сортов сахарной свеклы, технологии выращивания маточной сахарной свеклы и семенников.

В 1971–1975 гг. разработана технология механизированного производства фабричной сахарной свеклы.

В государственное испытание переданы гибриды Белорусский полигибрид 27, Белорусский полигибрид 31, Белорусский полигибрид 38, Ганусовский гибрид 8.

Проводились исследования по совершенствованию и разработке новых методов селекции односемянной сахарной свеклы, созданию новых исходных материалов на базе материалов одно- и многосемянной свеклы. Совершенствовались технологические процессы возделывания и уборки сахарной свеклы с затратами труда до 0,6–0,7 человеко-часа на производство центнера продукции.

Основные направления научных исследований РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»

- создание новых конкурентоспособных высокопродуктивных гибридов сахарной свеклы интенсивного типа, обладающих устойчивостью к стрессовым факторам среды и особо опасным патогенам, со стабильно высокой урожайностью;
- поддерживающая селекция районированных и находящихся в государственном сортоиспытании сортов и гибридов сахарной свеклы;
- усовершенствование традиционных и разработка новых подходов к решению селекционных и семеноводческих задач на основе рационального использования селекционно-семеноводческого комплекса и новейших генетико-биотехнологических методов;
- мобилизация, сохранение и изучение генофонда сахарной свеклы для использования в селекции;
- организация семеноводства гибридов сахарной свеклы отечественной селекции и производство семян;
- разработка интенсивной технологии по подготовке и дражированию семян.

Современные достижения РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»

Созданы совместно с фирмой «КНВС» и внесены в Реестр гибриды **Полибел, Белпол, Алиция**, гибриды **Смежо и Конус** – совместно с фирмой «Smedeks Co».

Гибрид сахарной свеклы Белпол с 2015 г. внесен в Государственный реестр Российской Федерации по ЦЧЗ.

Разработано опытной станцией **микроудобрение ПолиМакс**, совместно с Институтом общей и неорганической химии НАН Беларуси – **удобрительные составы Поликом-Свекла-1 и Поликом-Свекла-2, Поликом-Картофель**. Содержат микроэлементы (цинк, медь, кобальт, марганец, молибден) в форме хелатов, а также микроэлементы с содержанием гуминовых и тритерпеновых кислот **микроудобрения ПолиПлант, ПолиПлант ЭКО, ПолиПлант Гуминовый**.

Получены патенты Республики Беларусь на изобретения:

1. Способ возделывания сахарной свеклы (№ 21073).
2. Способ мульчирования при возделывании сахарной свеклы (№ 21072).

Разработана концепция управления процессом формирования урожая и сахаронакопления на основе корневого питания макро- и микроэлементами, контроля и коррекции минерального питания в процессе вегетации, позволяющего реализовать генетический потенциал сахарной свеклы. Разработаны новые формы комплексных удобрений из продуктов ПО «Беларуськалий» и ОАО «Гомельский химический завод», составы макро- и микроэлементов на хелатной основе с регуляторами роста для некорневой подкормки сахарной свеклы. Созданы

новые формы комплексных удобрений под сахарную свеклу для внесения в осенний период.

Сотрудники опытной станции активно участвуют в работе совещаний со специалистами сельскохозяйственного производства; республиканских, областных и районных семинаров; проводят учебу сельскохозяйственных кадров, закреплены за сахарными заводами и областями республики для оказания на местах оперативных консультаций по вопросам возделывания свеклы: подготовке к посевной компании, подбору свеклопригодных почв, уходу за посевами и т. д.

СТРУКТУРА РУП «ОПЫТНАЯ НАУЧНАЯ СТАНЦИЯ ПО САХАРНОЙ СВЕКЛЕ»

Отдел селекции сахарной свеклы

Селекционная работа по сахарной свекле в организации имеет многолетние традиции. Проводится конкурсное сортоиспытание гибридов для отбора лучших образцов по комплексу хозяйственно ценных признаков. Специалистами станции созданы гибриды сахарной свеклы с урожайностью 750 ц/га корнеплодов, сахаристостью – 17,6–17,8 %, с улучшенными технологическими качествами и переданы в государственное сортоиспытание.

Для реализации потенциала продуктивности отечественных сортов и гибридов сахарной свеклы, а также повышения их конкурентоспособности осваивается технология дражирования семян. Это позволяет подготовить семена с посевными качествами, не уступающими зарубежным аналогам. Помимо семян сахарной свеклы дражируются семена кормовой свеклы, древесных и овощных культур.

В настоящее время создается национальный генофонд сахарной свеклы, который включает в себя коллекцию семенного материала за весь период селекционной работы Опытной станции. В последние годы генофонд значительно обновляется за счет пополнения новыми гибридами, закупаемыми из стран ближнего и дальнего зарубежья. Он предусматривает единую методику описания и комплексное использование выделенных источников ценных признаков и свойств. Опубликован каталог национального генофонда хозяйственно полезных признаков сахарной свеклы, который включает описание около 350 образцов сахарной свеклы.

Работы по селекции белорусских гибридов выполняются совместно с ведущими организациями России, Польши, Украины, Сербии. Проводятся испытания селекционных образцов и гибридов в различных экологических зонах России и Украины по устойчивости к биотическим и абиотическим факторам среды.

Отдел минерального питания сахарной свеклы

Основные направления научных исследований:

- разработка концепции управления процессом формирования урожая и сахаронакопления на основе корневого питания макро- и микроэлементами, контроля и коррекции минерального питания в процессе вегетации, позволяющего реализовать генетический потенциал сахарной свеклы;
- изучение хозяйственной и биологической эффективности азотных, фосфорных, калийных и натриевых удобрений, их соотношения, влияния сроков, норм и способов их внесения на урожайность и качество сахарной свеклы;
- разработка новых форм комплексных удобрений из продуктов ПО «Беларуськалий» и ОАО «Гомель-

ский химический завод», жидких комплексных удобрений для локального внесения при севе, составов макро- и микроэлементов на хелатной основе с регуляторами роста для некорневой подкормки сахарной свеклы;

- создание новых форм комплексных удобрений для внесения в весенний и осенний периоды;
- регистрационные и производственные испытания новых видов удобрений.

Сотрудники отдела постоянно совершенствуют систему минерального питания сахарной свеклы. Освоен метод листовой диагностики растений по фотохимической активности хлоропластов, применяемый для коррекции минерального питания любых сельскохозяйственных культур в период вегетации. Принцип метода заключается в определении фотохимической активности суспензии хлоропластов, полученной из средней пробы листьев диагностируемых растений. Для проведения анализа предназначена лаборатория функциональной диагностики «Аквадонис».

Отдел агротехники сахарной свеклы

Основные направления научных исследований:

- разработка и совершенствование частных вопросов агротехники сахарной свеклы – оценка продуктивности районированных и перспективных гибридов, эффективное использование органических (в т. ч. сидеральных) и минеральных удобрений;
- изучение влияния условий выращивания (почвы, погоды, сорта и агротехнических приемов) на технологические качества корнеплодов;
- регистрационные и производственные испытания средств защиты растений;
- разработка и совершенствование приемов интегрированной системы защиты сахарной свеклы от сорной растительности, вредителей и болезней;
- разработка противозеронозной энергосберегающей технологии возделывания сахарной свеклы;
- проведение длительных стационарных полевых опытов:
 - эффективность различных видов многопольных и трехпольных полевых плодосменных севооборотов (1962, 1978–2010);
 - системы разноглубинной отвальной, безотвальной и комбинированной основной обработки дерново-подзолистой легкосуглинистой и супесчаной почвы в севообороте (1957, 1974–2010);
 - система удобрения полевых культур (органическая, минеральная, сидеральная) (1981, 2000–2010).

Результаты многолетних исследований позволяют достаточно обоснованно периодически уточнять особенности основных элементов земледелия и агротехнологии сахарной свеклы.

Научно-внедренческая группа

Научно-внедренческая группа осуществляет пропаганду и внедрение научных разработок станции в свеклосеющих хозяйствах республики. Сотрудники группы взаимодействуют в тесном контакте как со свекловодами хозяйств, так и со специалистами районных, областных, республиканских сельскохозяйственных подразделений, сырьевых отделов сахарных комбинатов, научно-исследовательских учреждений, зарубежных фирм.

Оказывает содействие хозяйствам по составлению технологических карт, подбору необходимых удобрений,

средств защиты растений от сорной растительности, вредителей и болезней, настройке и регулировке рабочих органов сельскохозяйственной техники, применяемой при выращивании сахарной свеклы, корректировке минерального питания сахарной свеклы путем поставки и внесения недостающих макро- и микроэлементов. Реализует в хозяйствах республики производимые станцией удобрительные составы Поликом-свекла, ПолиПлант, ПолиПлант ЭКО, ПолиПлант Гуминовый. Ежегодно обобщает опыт выращивания сахарной свеклы в хозяйствах республики, участвует в подготовке рекомендаций производству.

Селекционно-семеноводческий комплекс

Селекционные работы на Опытной научной станции по сахарной свекле ведутся также с использованием селекционно-семеноводческого комплекса и лабораторий (S = 0,18 га), которые введены в эксплуатацию в 2010 г. Селекционно-семеноводческий комплекс позволяет в течение одного года получать 1–2 генерации перспективных селекционных материалов сахарной свеклы вместо двух лет, необходимых для получения одной генерации в полевых условиях. В состав селекционно-семеноводческого комплекса входят: лаборатория культуры *in vitro*; лаборатория фитопатологии; лаборатория семеноводства сахарной свеклы; лаборатория технологических качеств сахарной свеклы. Лаборатория биотехнологии позволяет вегетативно размножать самый ценный селекционный материал, создавать новый исходный материал сахарной свеклы, быстро получать большое количество генетически однородного материала растений. Использование современных методик (проточной цитометрии) позволяет проводить селекционную работу на различных уровнях плоидности.

Продукция и услуги РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле»:

- научное обеспечение применяемой в хозяйствах технологии возделывания сахарной свеклы и внесение предложений по ее совершенствованию;
- рекомендации по применению наиболее эффективных приемов возделывания сахарной свеклы (средств защиты растений, макро- и микроудобрений и др.);
- обеспечение высококачественным семенным материалом сахарной свеклы и высших репродукций зерновых и зернобобовых культур;
- диагностика минерального питания растений сахарной свеклы с использованием переносной лаборатории «Аквадонис»;
- производство и реализация составов для некорневой подкормки в форме хелатов Поликом-свекла-1 и Поликом-свекла-2, а также микроэлементы с содержанием гуминовых и тритерпеновых кислот ПолиПлант, ПолиПлант ЭКО, ПолиПлант Гуминовый;
- выполнение анализа по оценке технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы (сахаристость, калий, натрий, альфа-аминный азот);
- проведение регистрационных и демонстрационных опытов по установлению эффективности средств защиты растений, микроудобрений и др. на договорной основе;
- очистка, калибровка, протравливание, дражирование семян различных овощных культур, кормовой и сахарной свеклы для сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств.

Свекловодство России в современных условиях

М. А. Смирнов

Всероссийский НИИ сахарной свёклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

В России сахарная свекла – главное сырьё для производства сахара. Потребность населения и перерабатывающей промышленности в сахаре за счёт собственного производства составляет 100 % [1].

На основе данных Союза сахаропроизводителей России и Федеральной службы государственной статистики, площади посевов сахарной свеклы за последние 5 лет составляют ежегодно, в среднем, около 1,1 млн га, что в общей структуре посевной площади сельскохозяйственных культур страны соответствует 1,35 % (таблица). При этом наблюдается устойчивый рост посевов культуры с 918,7 тыс. га в 2014 г. до 1126,7 тыс. га в 2018 г. или на 22,6 % [2, 3].

В настоящее время предприятия отрасли размещены в 26 субъектах страны. Основными зонами свеклосеяния являются Центральный, Южный и Приволжский федеральные округа, где сосредоточено около 90 % посевных площадей сахарной свеклы. Наиболее крупные производители сахарной свеклы – Краснодарский край, Воронежская, Белгородская, Тамбовская, Курская, Липецкая, Пензенская, Орловская области, Республика Татарстан, Республика Башкортостан и Республика Мордовия [4].

Применение современных агротехнологий выращивания сахарной свеклы позволило достичь положительной динамики в развитии отрасли. За период 2014–2018 гг. средняя густота насаждения растений составила 95 тыс. шт./га, урожайность – 410,2 ц/га, валовой сбор – 43578 тыс. т, сахаристость корнеплодов – 17,3 %. Лидерами высоких урожаев сахарной свеклы являются Ставропольский край, Курская и Белгородская области, где в 2018 г. урожайность составила 490 ц/га, 464 и 442 ц/га соответственно.

Тем не менее, при росте количественных значений показателей производства сахарной свеклы в России необходимо выделить тенденцию колебания некоторых из них за анализируемый период.

Основным интегрированным показателем эффективности свекловодства является сбор сахара. В 2018 г. данный показатель составил 6,8 т/га, что выше значения 2014 г. на 3,0 %, а по сравнению с 2017 г. – ниже на 9,3 %. На динамику данного показателя основное влияние оказывают урожайность и сахаристость сахарной свеклы при приёме. Если в 2014 г. урожайность культуры была на уровне 370 ц/га, то в 2015 г. – 388 ц/га, в 2016 г. – 470 ц/га, в 2017 г. – 442 ц/га, 2018 г. – 381 ц/га.

В то же время сахаристость при приёме в 2014 и 2015 г. была в пределах 17,80 %, в 2016 г. – 16,04 %, в 2017 г. – 16,97 %, в 2018 г. – 17,94 %. Данная негативная тенденция является результатом влияния погодных условий года выращивания. Также значительную роль играют и общеэкономические условия, складывающиеся на рынках сельскохозяйственной продукции и основных ресурсов для её производства.

Немаловажное значение в технологии выращивания сахарной свеклы играет селекция и семеноводство культуры. В России доля использования семян зарубежной селекции составляет более 95 % на сумму около 6 млрд рублей, которые не адаптированы к почвенно-климатическим условиям свеклосеющих регионов и не пригодны к длительному хранению. В конечном итоге всё это создаёт дополнительные риски импортной зависимости от иностранных поставщиков семян сахарной свеклы.

Данный факт подтверждает необходимость создания условий для стабилизации и развития отечественной селекции и семеноводства сахарной свеклы, а также разработки мероприятий, направленных на повышение экономической заинтересованности свеклосеющих хозяйств в приобретении и использовании отечественных семян.

Достижению намеченному будет способствовать реализация подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства сахарной свеклы в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. Объём финансирования подпрограммы составляет 4711370,0 тыс. рублей, в том числе из федерального бюджета 2355683,3 тыс. рублей или 50,0 % [5].

За период 2017–2025 гг. выполнения подпрограммы предусматривается снижение уровня зависимости от импорта семян сахарной свеклы за счёт:

- доведения не менее чем до 20 % доли семян гибридов культуры отечественной селекции в общем объёме высеянных семян;
- выведения не менее чем 8 новых конкурентоспособных гибридов сахарной свеклы отечественной селекции;
- регистрации результатов интеллектуальной деятельности;
- доведение не менее чем до 30 % доли свекловодческих организаций, использующих семена новых

Производство сахарной свеклы в России (2014–2018 гг.)

Показатель	Годы					2018 г. к 2014 г. (%, ±)
	2014	2015	2016	2017	2018 (предв.)	
Площадь посевов, тыс. га	918,7	1022,2	1108,1	1198,1	1126,7	122,6
Густота насаждения растений, тыс. шт. на 1 га	92	93	97	98	95	103,3
Урожайность, ц/га	370	388	470	442	381	103,0
Валовой сбор, тыс. т	33513	39031	51367	51913	42066	125,5
Сахаристость свеклы при приёме, % к массе принятой свеклы	17,81	17,80	16,04	16,97	17,94	+0,13
Сбор сахара, т/га	6,6	6,9	7,5	7,5	6,8	103,0

гибридов сахарной свеклы отечественной селекции.

Таким образом, оценка современного состояния производства сахарной свеклы в Российской Федерации выявила тенденции вариабельного роста основных показателей свекловодства (площадь посевов, урожайность, сахаристость), что подтверждает важность и значимость исследования эффективности функционирования свекловодства страны. Важное место при этом занимают инновационные проекты развития свеклосахарного комплекса как основы снижения импортной зависимости и бесперебойного обеспечения страны сахаром.

Литература

1. Бодин, А. Б. Производство сахарной свеклы и сахара в 2018 году. Особенности нового производственного сезона

/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.nsss-russia.ru/wp-content/uploads/2018/02/Бодин-Андрей-Борисович.pdf> / Дата обращения 3.05.2018.

2. Краткие итоги производства свеклы, сахара и показатели работы сахарных заводов Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики и Российской Федерации в 2018 году / Евразийская сахарная ассоциация. – М.: ООО «Сахар», 2019. – 72 с.
 3. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.gks.ru/> Дата обращения 15.05.2019.
 4. Дворянкин, Е. А. Обзор производственных показателей свеклосахарного комплекса в 2005–2015 гг. / Е. А. Дворянкин, И. В. Апасов // Сахарная свекла. – 2016. – № 8. – С. 8–12.
 5. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 декабря 2018 года №1615 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://static.government.ru/media/files/Aa4pyASB4dEANcOqFVxYAIBPPpqHwtZ3.pdf>. – Дата обращения 10.05.2019.

ДК 633.63:575:632.52.577.1

Молекулярно-генетические подходы для ускоренного создания гибридов сахарной свеклы с заданными свойствами

Т. П. Федулова

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

При создании гибридов сахарной свеклы с выраженным гетерозисным эффектом в схемах скрещиваний необходимо использовать генотипы с высокой комбинационной способностью, которая часто связана со степенью их генетической дивергенции. В настоящее время одним из приоритетных способов повышения эффективности современной селекции является разработка и использование системы вспомогательных молекулярных маркеров для выявления скрытой генетической изменчивости, что позволяет решать проблему недостатка морфологических маркеров. Оценка генетического разнообразия исходного селекционного материала с помощью молекулярно-генетических маркеров, полиморфизма различных участков ДНК расширяет возможности и значительно сокращает затраты времени при дифференцировании генотипов. Результаты таких исследований могут быть полезными при отборе пар скрещиваний в гетерозисной селекции, ускоряя ее [7]. Принцип маркерного подхода к селекции очень удобен при анализе больших объемов генетических ресурсов. Использование методов молекулярного анализа является экономически выгодным. В то же время другие исследователи не обнаружили высоких ассоциаций между величинами гетерозиса гибридов и значениями генетических дистанций, рассчитанными на основе молекулярного анализа [5, 9]. Одним из наиболее распространенных методов выявления генетического полиморфизма у растений является SSR-метод [1]. Он выявляет полиморфизм tandemно организованных повторов ДНК (сателлитов). Длина повторяющейся единицы микросателлитных ДНК менее 10 п. н. Длина повторов сателлитных ДНК не имеет каких-либо ограничений. Она варьирует от 2 п. н. до нескольких сотен [4]. Белорусскими исследователями с использованием 15 пар микросателлитных праймеров осуществлена идентификация линий и гибридов сахарной

свеклы, составлены формулы-стандарты [3]. Изучение эффективности и пригодности использования систем молекулярных маркеров при исследовании генетического разнообразия родительских форм сахарной свеклы, выявление критериев оценки их генетической изменчивости при разработке технологии создания гетерозисных гибридов сахарной свеклы на основе MAS-селекции является актуальным направлением исследований.

Цель исследований заключалась в выявлении научно обоснованных критериев оценки генетической изменчивости родительских форм свеклы по SSR-маркерам для создания высокопродуктивных гибридов.

В качестве материалов для исследований были использованы мужскостерильные линии сахарной свеклы (МС 1101, МС 1126), многосемянные опылители (ОП 1122, ОП 1207, ОП 1211, ОП1128, ОП 1239). Выделение геномной ДНК из растительной ткани осуществляли стандартным методом [6]. Качество выделенной ДНК определяли электрофорезом в 1,5%-ном агарозном геле в присутствии бромистого этидия. Полученную ДНК растворяли в 10 мМ трис-НСI-буфера (рН – 8,0), содержащем 0,1 мМ ЭДТА, и использовали для ПЦР-анализа. Полимерно-цепную реакцию проводили на амплификаторе «Genues» (Великобритания). В работе использованы следующие производные праймеры: Sb04, Sb06, Sb07, Sb09, Sb10 [8]. Нуклеотидные последовательности праймеров указаны в таблице 1. Величину истинного гетерозиса вычисляли по формуле:

$$G_{ист.} = (F_1 - P_l) / P_l \times 100 \%,$$

где $G_{ист.}$ – истинный гетерозис (%); F_1 – значение изучаемого признака у гибридов первого поколения; P_l – значение признака у растений лучшей родительской формы [2]. Математическую обработку результатов исследований осуществляли с использованием программы Past 2.17.

В процессе исследований нами осуществлена оценка SSR-праймеров (Sb04, Sb06, Sb07, Sb09, Sb10) для выявления генетического полиморфизма селекционных материалов, а также использования их для эффективного подбора родительских пар в гетерозисной селекции. Каждый из праймеров обеспечил стабильную амплификацию полиморфных фрагментов ДНК. У индивидуальных генотипов по результатам ПЦР с парами праймеров Sb10, Sb04, Sb06 получены воспроизводимые электрофоретические профили с количеством амплифи-

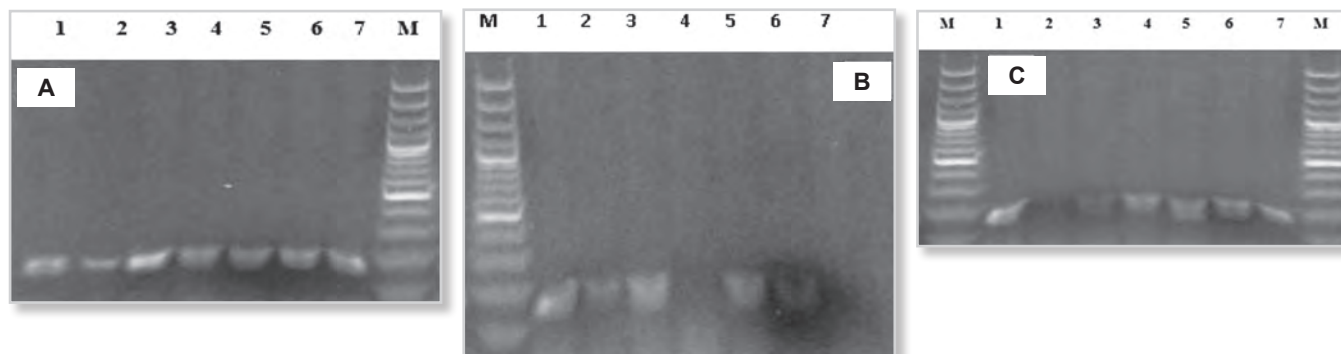
цированных фрагментов ДНК от 0 до 2. Детектированы ДНК-фрагменты длиной 150 п. н., 190 п. н., 200 п. н., 210 п. н. и 240 п. н. (рисунок 1). Уровень полиморфизма варьировал в пределах: от 33,3 % до 100 %. С парой праймеров Sb10 у всех изученных материалов выявлен ампликон длиной 200 п. н. Остальные полосы на электрофореграммах были полиморфными. Уровень несоответствия между изученными материалами варьировал от 50 % (для МС 1101 и ОП 1239) до 10 % (для МС 1126 и ОП 1128). Фрагмент ДНК длиной 190 п. н. выявлен только у селекционной линии МС 1101 из всех изученных, что может служить одним из тест-признаков при её генотипировании.

В результате ПЦР-анализа с парами праймеров Sb07 и Sb09 выявлены ампликоны длиной от 260 п. н. до 300 п. н. (рисунок 2). Электрофоретические профили для исследованных материалов характеризовались присутствием/отсутствием данных фрагментов ДНК. Уровень полиморфизма составил 100 %. У селекционных линий ОП 1122, ОП 1211 и ОП 1239 не было обнаружено продуктов ПЦР с данными праймерами. Уровень несоответствия между изученными материалами варьировал от 0 % (для ОП 1128 и МС 1126) до 100 % (для МС 1126 и ОП 1211).

По результатам ПЦР-анализа с 5-ю парами SSR-праймеров составлена матрица присутствия/отсутствия ампликонов (таблица 2).

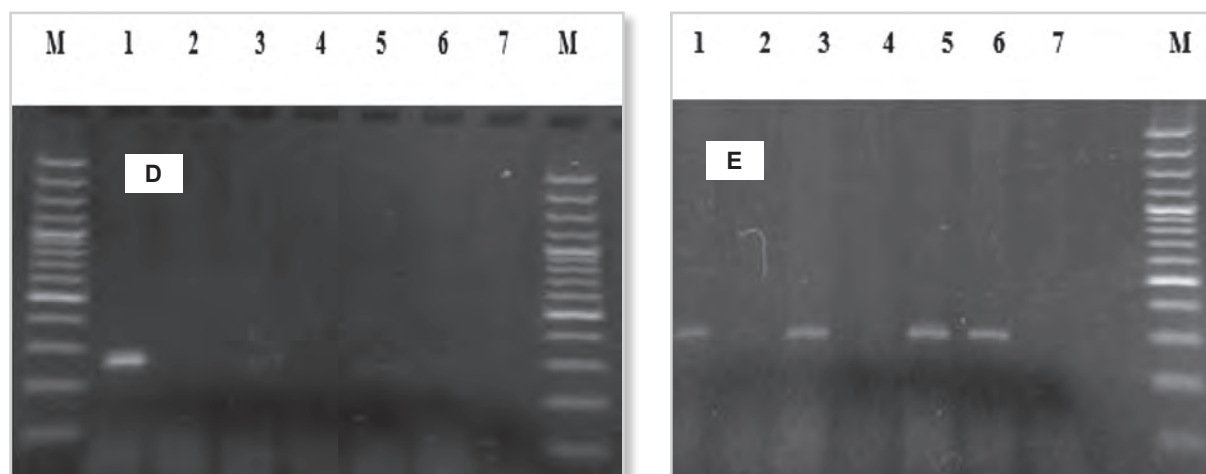
Таблица 1 – Нуклеотидные последовательности SSR- праймеров

Праймеры	Нуклеотидная последовательность
Sb04	Forward: 5'-ACC GAT CAC CAA TTC ACC AT -3' Reverse: 5'-GTT TTG TTT TGG GCG AAA TG -3'
Sb06	Forward: 5'-AAA TTT TCG CCA CCA CTG TC -3' Reverse: 5'-ACC AAA GAT CGA GCG AAG AA -3'
Sb07	Forward: 5'-TGT GGA TGC GCT TTC TTT TC -3' Reverse: 5'-ACT CCA CCC ATC CAC ATC AT -3'
Sb09	Forward: 5'-TGC ATA AAA CCC CCA ACA AT-3' Reverse: 5'-AGG GCA ACT TTG TTT TGT GG -3'
Sb10	Forward: 5'-TTC GTC CCT TGA TTG TGT CA -3' Reverse: 5'-GAG ATT GGG GAT CAC TCT GC -3'



Обозначения: 1 – МС 1101, 2 – ОП 1122, 3 – ОП 1207, 4 – ОП 1211, 5 – МС 1126, 6 – ОП 1128, 7 – ОП 1239, М – маркер молекулярных масс (Сибэнзим) 100–3000 п. н.

Рисунок 1 – Электрофореграммы разделения ПЦР-продуктов, полученных с парами праймеров Sb10 (А), Sb06 (В), Sb04 (С)



Обозначения: 1 – МС 1101, 2 – ОП 1122, 3 – ОП 1207, 4 – ОП 1211, 5 – МС 1126, 6 – ОП 1128, 7 – ОП 1239, М – маркер молекулярных масс (Сибэнзим) 100–3000 п. н.

Рисунок 2 – Электрофореграммы разделения ПЦР-продуктов с парами праймеров Sb07 (D), Sb09 (E)

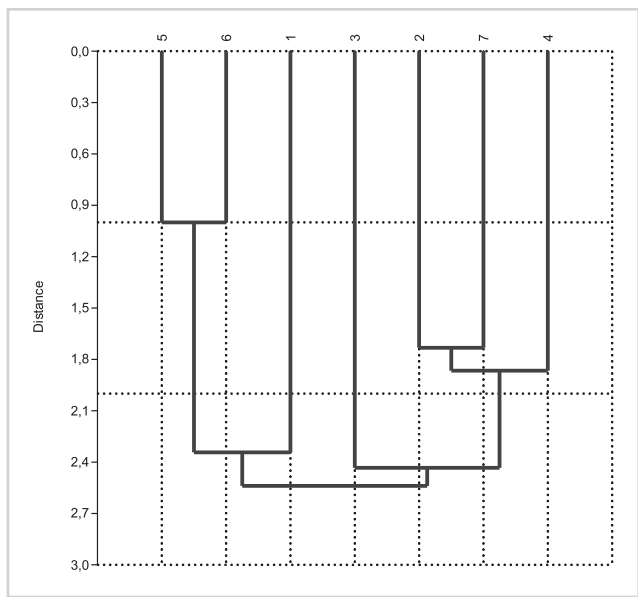
Результаты ПЦР-анализа с 5 парами SSR-праймеров позволили рассчитать генетические дистанции (евклидовы) и разделить экспериментальные образцы сахарной свеклы на 2 дивергентных класса в соответствии с алгоритмом UPGMA (рисунок 3).

Значения генетических дистанций между исследованными материалами в основном варьировали от 1,0 (для пары МС 1126 и ОП 1128) до 2,54 (для пары МС 1101 и ОП 1239 и др.). Максимальное евклидово расстояние ($D = 3,16$) выявлено для пары скрещиваемых форм МС 1101 и ОП 1211. По максимальным генетическим дистанциям отобрано 5 из 5 (100 %) родительских пар, при гибридизации которых получены гетерозисные гибриды ($G_{ист.} = 5,7-11,28$; урожайность корнеплодов – от 26,31 т/га до 30,47 т/га). В то же время 37,5 % отобранных по максимальным генетическим дистанциям между исходными формами гибридов имели отрицательные значения

гетерозиса от $-5,02\%$ до $-1,25\%$. Для селекционных материалов МС 1126 и ОП 1128, при скрещивании которых получен низкоурожайный гибрид ($G_{ист.} = -1,25\%$; урожайность корнеплодов – от 21,21 т/га), выявлено самое низкое для изученных материалов евклидово генетическое расстояние $D = 1,0$.

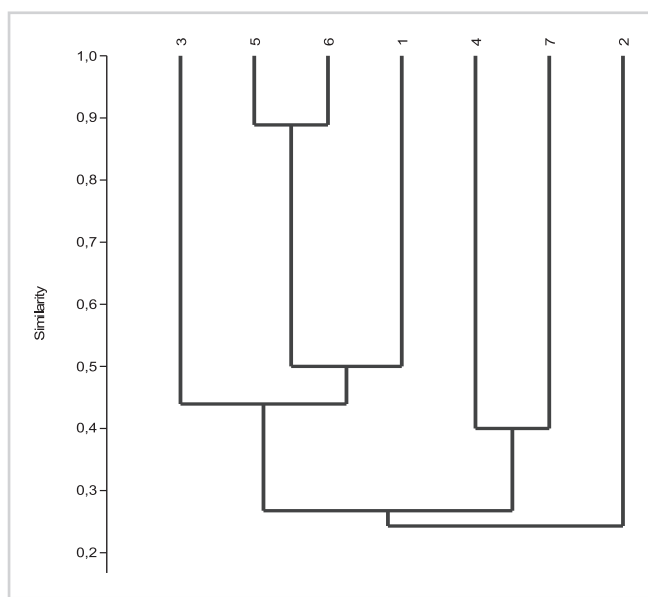
Также для выявления степени разнообразия исследуемых материалов (большей визуализации степени сходства и различия) был рассчитан коэффициент Жаккара (бинарная мера сходства). Для группы исследованных материалов его величина варьировала от 0,09 до 0,8 (таблица 3). Наибольший индекс сходства выявлен для МС 1126 и ОП 1128 ($K_j = 0,88$). Наименьшее значение коэффициента Жаккара ($K_j = 0,09$) установлено для пары родительских компонентов МС 1101 и ОП 1211.

На основе полученных данных была построена дендрограмма генетических взаимоотношений исходных



Обозначения: 1 – МС 1101, 2 – ОП 1122, 3 – ОП 1207, 4 – ОП 1211, 5 – МС 1126, 6 – ОП 1128, 7 – ОП 1239

Рисунок 3 – Дендрограмма генетических расстояний между исходными линиями сахарной свеклы



Обозначения: 1 – МС 1101, 2 – ОП 1122, 3 – ОП 1207, 4 – ОП 1211, 5 – МС 1126, 6 – ОП 1128, 7 – ОП 1239

Рисунок 4 – Дендрограмма генетических дистанций между исходными линиями сахарной свеклы

Таблица 2 – Матрица присутствия/отсутствия ДНК-ампликонов на электрофореграммах разделения продуктов SSR-анализа селекционных линий

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	Длина ДНК-фрагментов, п. н.	Наименование праймеров
Наименование селекционного материала	МС 1101	ОП 1122	ОП 1207	ОП 1211	МС 1126	ОП 1128	ОП 1239		
Присутствие / отсутствие ДНК-фрагментов на электрофореграммах	0	0	0	1	1	1	1	210	Sb10
	1	1	1	1	1	1	1	200	
	1	0	1	0	0	0	0	190	
	0	0	1	1	0	0	0	240	Sb04
	0	0	1	1	1	1	0	210	
	1	0	0	0	1	1	1	200	
	1	0	0	0	1	0	0	190	Sb06
	1	1	1	0	1	1	0	200	
	0	0	1	0	1	1	0	190	
	1	0	0	0	0	0	0	150	Sb07
	1	0	0	0	1	1	0	260	
	1	0	1	0	1	1	0	300	

родительских линий сахарной свеклы (рисунок 4). Результаты кластерного анализа демонстрируют условное родство между исследованными генотипами сахарной свеклы. Математический анализ позволил сгруппировать селекционные материалы в два основных кластера. В первый вошли мужскостерильные линии МС 1126 и МС 1101, а также многосемянные опылители ОП 1128, ОП 1207. Во второй кластер вошли многосемянные опылители ОП 1211 и ОП 1239. Селекционная линия ОП 1122 не вошла ни в одну из указанных групп сходства материалов.

Нами также была исследована взаимосвязь генетической отдаленности селекционных материалов и значений уровня истинного гетерозиса (таблица 4). Расчеты показали, что скрещивание линий с минимальным значением коэффициента Жаккара ($K_J = 0,09-0,22$) позволило получить два гибрида (МС 1101 X ОП 1211 и МС 1101 x ОП 1239) с максимальными значениями истинного гетерозиса ($\Gamma_{ист.} = 7,19-11,28$). Для пар линий с максимальными значениями индекса сходства ($K_J = 0,45-0,88$) выявлены отрицательные значения истинного гетерозиса ($\Gamma_{ист.} = -1,25$). При скрещивании материалов, у которых значения коэффициента Жаккара варьировали в пределах $K_J = 0,3-0,4$, получены гибриды как с положительными, так и отрицательными

значениями истинного гетерозиса. Процент успешного прогнозирования уровня СКС составил 66,6 % (при отборе материалов с $K_J = 0,3-0,09$).

Таким образом, для эффективного отбора родительских пар с высокой СКС следует дополнить математический анализ результатами ПЦР с дополнительными маркерами, позволяющими точнее дифференцировать селекционные материалы, такими как SNP. Для более надёжного прогнозирования уровня СКС следует оценивать генетическую вариабельность селекционных материалов с использованием высокодифференцирующих молекулярных маркеров, позволяющих выявлять как высокую ($D = 2,24-3,16$), так и низкую степень ($D = 0-1,41$) генетического родства исходных родительских форм. Получаемый фингерпринт ДНК с такими маркерами должен быть высоко полиморфен и воспроизводим. Молекулярные маркеры, выявляющие генетические дистанции от $D = 3,16$ и более, целесообразно использовать для предсказания уровня истинного гетерозиса. Определение генетических дистанций между исходными родительскими формами на ранних этапах селекционного процесса позволит выбраковывать неэффективные пары, ускоряя таким образом создание гибридов свеклы с заданными свойствами.

Таблица 3 – Коэффициенты сходства Жаккара (K_J), рассчитанные для исходных селекционных материалов сахарной свеклы

Селекционные материалы	МС 1101	ОП 1122	ОП 1207	ОП 1211	МС 1126	ОП 1128	ОП 1239
МС 1101	1	0,25	0,36364	0,090909	0,54545	0,45455	0,22222
ОП 1122	0,25	1	0,28571	0,2	0,22222	0,25	0,25
ОП 1207	0,36364	0,28571	1	0,375	0,45455	0,5	0,11111
ОП 1211	0,090909	0,2	0,375	1	0,3	0,33333	0,4
МС 1126	0,54545	0,22222	0,45455	0,3	1	0,88889	0,33333
ОП 1128	0,45455	0,25	0,5	0,33333	0,88889	1	0,375
ОП 1239	0,22222	0,25	0,11111	0,4	0,33333	0,375	1

Таблица 4 – Уровень проявления гетерозиса у пробных гибридов сахарной свеклы

Селекционный материал	Коэффициент Жаккара, K_J	Урожайность, т/га корнеплодов	Истинный гетерозис, $\Gamma_{ист.}$ %
МС 1126	–	21,21	–
ОП 1128	–	21,48	–
ОП 1207	–	24,89	–
ОП 1211	–	25,59	–
ОП 1239	–	27,38	–
МС 1101	–	17,53	–
ОП 1122	–	20,30	–
МС 1126 × ОП 1128	0,88889	21,21	-1,25
МС 1126 × ОП 1207	0,45455	26,31	5,7
МС 1126 × ОП 1211	0,30000	27,43	7,19
МС 1126 × ОП 1239	0,33333	26,62	-2,77
МС 1126 × ОП 1122	0,22222	21,21	0
МС 1101 × ОП 1122	0,25000	19,28	-5,02
МС 1101 × ОП 1207	0,36364	26,31	5,7
МС 1101 × ОП 1211	0,090909	27,43	7,19
МС 1101 × ОП 1128	0,45455	21,21	-1,25
МС 1101 × ОП 1239	0,22222	30,47	11,28
НСР _{0,5}		1,1	

Литература

1. Боронникова, С. В. Молекулярное маркирование и генетическая паспортизация ресурсных и редких видов растений с целью оптимизации сохранения их генофондов / С. В. Боронникова // *Аграрный вестник Урала*, 2009. – № (56). – С. 57–59.
2. Омаров, Д. С. К методике учета и оценки гетерозиса у растений / Д. С. Омаров // *Сельскохозяйственная биология*. – 1975. – Т. 10. – № 1. – С. 123–127.
3. Микросателлитный анализ линейного материала сахарной свеклы / А. М. Свищевская [и др.] // *Генетика и биотехнология XXI века. Фундаментальные и прикладные аспекты: материалы Международной научной конференции*. – Минск. – 2008. – С. 160–162.
4. Сателлитные ДНК / В. Хемлебен [и др.] // *Успехи биологической химии*. – 2003. – Т. 43. – С. 267–306.
5. Использование RAPD-маркеров для оптимизации отбора исходного материала перца сладкого (*Capsicum annuum* L.) в селекции на гетерозис / М. Н. Шаптуренко [и др.] // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2013. – Т. 17. – № 1. – С. 63–71.
6. Efficient and nontoxic dna isolation method for pcr analysis / A. S. Hussein [et al.] // *Russian Agricultural Sciences*. – 2014, Т. 40. – № 3. – С. 177.
7. Relationship between phenotypic and genetic diversity of parental genotypes and the specific combining ability and heterosis effects in wheat (*Triticum aestivum* L.) / K. Krystkowiak [et al.] // *Euphytica*. – 2009. – Vol. 165. – P. 419–434.
8. Polymorphic microsatellite markers for inferring diversity in wild and domesticated sugar beet (*Beta vulgaris* L.) / C. M. Richards [et al.] // *Mol. Ecol. Notes*. – 2004. – № 4. – P. 243–245.
9. Comparison of genetic and morphological distance with heterosis between *Medicago sativa* and subsp. *Falcate* / H. Riday [et al.] // *Euphytica*. – 2003. – Vol. 131. – P. 37–45.

УДК 633.63:631.526.32(476)

Сорт – основа урожая

В. А. Бейня, Н. Ф. Рубан

Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений, Беларусь

Среди полевых культур, возделываемых в нашей стране, сахарная свекла является важнейшей технической культурой. Она дает сырье для получения ценнейшего продукта питания – сахара. Из общего производства сахара в мире на долю сахарной свеклы приходится около 40 %, а в странах с умеренно теплым и умеренным климатом она является единственным источником получения этого продукта. Поэтому и в мировых масштабах в целом, и в масштабах нашей страны свекловичный сахар остается значительной составляющей пищевого баланса. Высокая энергетическая емкость и лабильность как непосредственного питательного вещества (пищевого продукта), простота использования в сочетании с традиционно устойчивыми вкусовыми привычками человека к сладостям гарантируют сахару неопределенно длительную перспективу.

По энергетическому эквиваленту сахар в пищевом рационе европейца составляет 12 %, а сахарная свекла в мировом табели рангов пищевых ресурсов растениеводства занимает 14-е место. Исторически свекловодство всегда было связано с повышением уровня научно-технического прогресса в земледелии.

В обеспечении республики собственным сахаром одно из главных мест принадлежит сорту. Сорт – важнейшее средство производства, определяющее во многом эффективность земледелия. Рост продуктивности сельскохозяйственных растений без внедрения в производство новых сортов в полной мере невозможен.

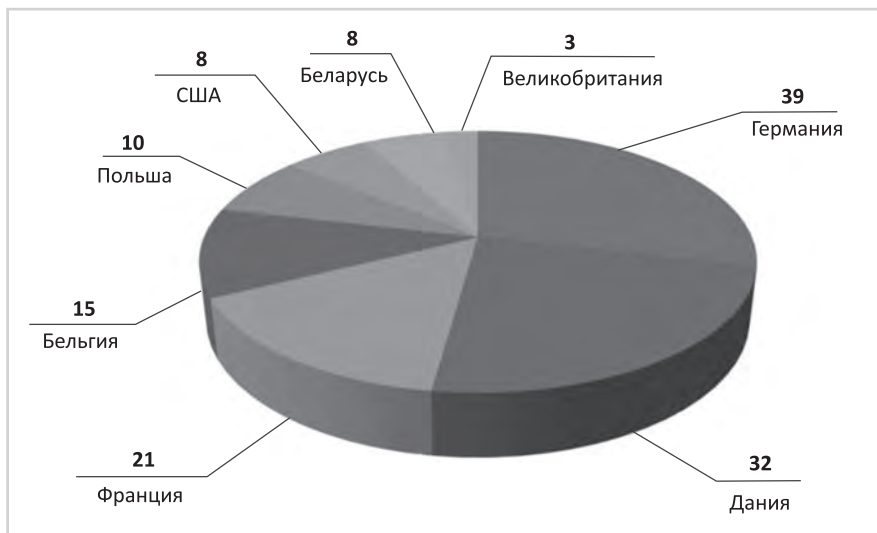
Основной целью государственного испытания гибридов сахарной свеклы является изучение и подбор лучших для возделывания в Республике Беларусь гибридов, обладающих высокой урожайностью, сахаристостью, пригодностью к промышленной пе-

реработке, а также устойчивостью к различным заболеваниям.

Испытание сахарной свеклы в Республике Беларусь проводится на 5 сортоиспытательных станциях и участках, в четырех сырьевых зонах сахарных заводов.

По состоянию на 1 января 2019 г. в Государственный реестр сортов включено 136 гибридов сахарной свеклы, предназначенных для возделывания в Брестской, Гомельской, Гродненской, Минской и Могилевской областях. Гибриды сахарной свеклы представлены такими странами, как Германия (39 гибридов), Дания (32), Франция (21), Бельгия (15), Польша (10), Беларусь (8 гибридов, из них совместной селекции с Сербией 2 гибрида и Германией – 1 гибрид), США (8), Великобритания (3 гибрида) (рисунок).

В последние годы в сортоиспытании сахарной свеклы отмечается высокая конкуренция среди испытываемых гибридов. В среднем за последние 5 лет,



Количество гибридов сахарной свеклы, включенных в Государственный реестр сортов

в сортоиспытании находится от 80 до 106 гибридов. В Государственный реестр сортов включаются гибриды с высокой урожайностью – свыше 650 ц/га, сахаристостью – свыше 17,1 %. Включенные в Государственный реестр гибриды обладают высокими технологическими показателями. Большинство новых включенных гибридов сахарной свеклы имеют более двух признаков устойчивости к болезням.

При проведении анализа гибридов сахарной свеклы, включенных в Государственный реестр сортов за 2015–2019 гг., к лучшим в группе сахаристых следует отнести Агроном, Альгерд, Гулливер, БТС 665, БТС 590, Матрос, Пикассо, Клермакс. Все перечисленные гибриды сахарной свеклы обладают сахаристостью свыше 17,5 %, а вероятный выход сахара составляет от 99 ц/га до 105,9 ц/га. Наибольшую группу районированных гибридов составляют совмещенные гибриды, сочетающие высокую урожайность с высокой сахаристостью. Лучшими гибридами в данной группе являются Фронтера, Ливада КВС, Шкипер, Игор, Сплendor, Курлис, Силанто, Чарльстон, Белполь. Потенциал урожайности у перечисленных гибридов составляет от 673 ц/га до 721 ц/га, сахаристость – от 17,1 % до 17,8 %, а вероятный выход сахара – от 100,3 ц/га до 107,5 ц/га. К лучшим гибридам урожайного направления относится Пушкин, Яшек, Живаго, Фантазия, Эгретта. Средняя урожайность составляет от 98,5 ц/га до 105,6 ц/га, а средний выход сахара у данных гибридов составил от 98,5 ц/га до 105,6 ц/га.

При сравнительно высокой урожайности и сахаристости, а также за счет низкого содержания мелассообразующих веществ высокий выход сахара на заводе отмечен у гибридов Гулливер, БТС 665, Фронтера, Пуш-

кин, Живаго. Средний выход сахара у данных гибридов составил 100,7–107,5 ц/га.

За последние 20 лет, благодаря целенаправленной работе селекционеров, происходит существенное повышение продуктивности и улучшение качества гибридов сахарной свеклы. Если в государственном испытании гибридов сахарной свеклы в 1999–2001 гг. средняя урожайность составляла 601 ц/га, а сахаристость – 16,4 %, то по результатам испытания за 2016–2018 гг. средняя урожайность составила 668 ц/га (+67 ц/га), а сахаристость – 17,2 % (+0,8 %).

Таким образом:

- по результатам государственного испытания гибридов сахарной свеклы в Государственном реестре сортов находится 136 гибридов, из них за последние 5 лет включено 67 гибридов;
- гибриды сахарной свеклы, включенные в Государственный реестр сортов, представлены следующими странами: Германия (39 гибридов), Дания (32), Франция (21), Бельгия (15), Польша (10), Беларусь (8 гибридов, из них совместной селекции с Сербией 2 гибрида и Германией – 1 гибрид), США (8), Великобритания (3 гибрида);
- внедрение в производство новых гибридов сахарной свеклы, обладающих высоким потенциалом урожайности и высокой сахаристостью, хорошими технологическими показателями – важнейший резерв увеличения производства и снижения его себестоимости (таблица).

Литература

1. Государственный реестр сортов. – Минск, 2019. – С. 43–45.
2. Результаты испытания сортов сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь за 1999–2001 годы. – С. 44.

Лучшие гибриды сахарной свеклы, включенные за 2015–2019 гг. в Государственный реестр сортов

Гибрид	Тип	Урожайность, ц/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, ц/га	Вероятный выход сахара, ц/га	Содержание, ммоль-экв. на 100 г		
						K	Na	N
Матрос	Z	677	17,5	117,9	101,3	5,46	0,45	2,63
Альгерд	Z	673	17,8	118,8	103,4	5,05	0,41	2,23
Пикассо	Z	699	17,5	122,1	105,9	5,08	0,49	2,16
Гулливер	Z	677	17,7	119,9	103,6	5,57	0,24	1,43
БТС 665	Z	681	17,7	120,1	101,7	6,35	0,27	1,56
БТС 590	Z	695	17,5	120,6	101,4	6,28	0,24	2,25
Агроном	Z	685	17,8	121,2	103,6	5,96	0,21	1,93
Фронтера	NZ	704	17,8	125,2	107,5	5,86	0,20	1,58
Курлис	NZ	684	17,5	118,7	101,3	5,91	0,19	1,82
Силанто	NZ	673	17,5	117,4	101,5	5,18	0,44	2,38
Чарльстон	NZ	677	17,4	117,3	101,2	5,16	0,42	2,52
Ливада КВС	NZ	721	17,1	123,0	106,0	5,36	0,48	2,29
Шкипер	NZ	698	17,8	123,6	105,3	6,11	0,27	1,76
Белполь	NZ	692	17,3	119,9	100,3	6,62	0,24	2,24
Сплendor	NZ	680	17,7	120,2	102,1	6,21	0,20	1,84
Игор	NZ	702	17,3	119,1	103,3	5,83	0,20	1,97
Эгретта	NE	679	17,0	114,8	98,5	5,42	0,41	2,39
Фантазия	N	706	17,0	118,7	101,4	5,66	0,43	2,51
Пушкин	N	695	17,5	121,6	105,6	5,34	0,21	1,44
Живаго	N	691	17,1	117,5	100,7	5,65	0,23	1,57
Яшек	N	724	17,0	122,3	101,8	6,60	0,33	2,08

3. Результаты испытания сортов кукурузы, однолетних и многолетних трав, кормовой и сахарной свеклы на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2012–2014 годы. – С. 108–143.
4. Результаты испытания сортов растений кукурузы, однолетних и многолетних трав, свеклы сахарной и кормовой на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2013–2015 годы. – С. 116–146.
5. Результаты испытания сортов кукурузы, однолетних и многолетних трав, сорго вечноного, свеклы сахарной и кормовой на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2014–2016 годы. – С. 114–143.
6. Результаты испытания сортов кукурузы, однолетних и многолетних трав, сорго вечноного, свеклы сахарной и кормовой на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2015–2017 годы. – С. 143–182.
7. Результаты испытания сортов кукурузы, однолетних и многолетних трав, сорго вечноного, свеклы сахарной и кормовой на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2016–2018 годы. – С. 134–171.

УДК 633.63:631.527

Экологическое сортоиспытание гибридов сахарной свеклы

*Ш. О. Бастаубаева, К. Т. Конысбеков, Н. Т. Мусогоджаев, Р. Елназаркызы
Казахский НИИ земледелия и растениеводства, Казахстан*

В мировой экономике сахарная промышленность является важной, активно развивающейся, стабильной отраслью. Достаточно отметить, что с начала прошлого столетия производство сахара на планете возросло более чем в десять раз. Однако в последние годы для отрасли в целом складывалась неблагоприятная ситуация, мировое производство сахара упало на 7–8 %. Проблема получения устойчивых урожаев сахарной свеклы является наиболее острой и сложной, так как производство сахара в значительной степени зависит от стабильности природных условий [1].

Для решения проблемы стабильного получения высоких урожаев требуется изучение адаптивной способности, экологической стабильности и оценка среды для отбора гибридов сахарной свеклы, более устойчивых в местных природно-климатических условиях, что вызывает определенный научный и практический интерес.

Основная задача экологического сортоиспытания – оценка новых перспективных сортов и гибридов по важнейшим хозяйственно ценным признакам перед сдачей их в государственное сортоиспытание. При этом выделяются образцы, сочетающие продуктивность и стабильность при изменяющихся экологических условиях [2].

В настоящее время особую значимость приобретает вопрос выявления хозяйственно полезных признаков (урожайность, сахаристость, сбор сахара) гибридов сахарной свеклы [3, 4]. По мнению А. В. Корниенко, М. Г. Мазепина [5], одной из актуальных задач селекционной работы является создание гибридов с высокой потенциальной продуктивностью и широкой адаптивной способностью. В связи с этим авторы считают, что ЭСИ – последний этап селекционного процесса, на котором выявляются адаптивные различия перспективных гибридов и проводится отбор наиболее стабильных из них по урожайности и другим хозяйственно ценным признакам [6].

Площадь под питомником экологического испытания – 0,3 га. Изучены 20 (10 – украинской селекции, 6 – российской селекции и 4 – отечественной селекции) образцов и линий отечественной и зарубежной селекции.

Климат. В общих чертах климат резкоконтинентальный. По многолетним данным метеостанции КазНИИЗиР,

среднегодовая температура воздуха составляет +7,6 °С. Самый жаркий месяц года – июль со среднемесячной температурой воздуха 10,8 °С. Температура ниже 5 °С устанавливается во второй – третьей декаде октября. Устойчивый снежный покров образуется в конце ноября – начале декабря и лежит 85–100 дней. Сумма положительных температур за период активной вегетации растений (апрель – сентябрь) достигает 3429 °С. За этот же период высота атмосферных осадков в регионе колеблется в больших пределах – от 110,2 до 435,3 мм. По среднемноголетним данным, основное количество осадков выпадает в весенний период.

Агрометеорологические условия за период вегетации сахарной свеклы в год испытания сортообразцов (2018 г.) были разнообразными. Сахарная свекла была посеяна 15 апреля, когда среднесуточная температура воздуха была равна +19,2 °С, максимальная – 24,8 °С и минимальная – 14,0 °С. В первые дни третьей декады апреля наблюдалась высокая температура воздуха. В дневные часы она составляла 20–28 °С. Среднемесячная температура воздуха в апреле составила +12,4 °С, что на 2,0 °С выше среднемноголетней (+10,4 °С). Количество атмосферных осадков с 1 по 31 апреля составило 81,6 мм, сумма осадков во второй и третьей декаде месяца – 42,7 мм (таблица 1).

В 2018 г. продуктивность изучаемых гибридов сахарной свеклы была довольно высокой: от 578,2 до 1174,2 ц/га. Наиболее полно реализован потенциал продуктивности у гибридов РМС-136, РМС-135, София, Герой, Айшолпан, Аксу. Более высокая продуктивность получена: по гибриду РМС-136 урожайность корнеплодов составила 869,5 ц/га, сахаристость – 16,5 %, сбор сахара – 143,5 ц/га; по гибридам РМС-135, Стандарт, Герой, УкрМС-72, Аксу и Айшолпан эти показатели составили соответственно – 846,4 ц/га, 17,2 %, 145,6 ц/га; 1416,4 ц/га, 18,5 %, 262,0 ц/га; 1235,4 ц/га, 19,8 %, 244,6 ц/га; 1022,9 ц/га, 18,3 %, 187,2 ц/га; 1145,7 ц/га, 18,6 %, 213,1 ц/га; 1174,2 ц/га, 20,5 %, 240,7 ц/га (таблица 2).

Выводы

1. Агрометеорологические условия 2018 г. в период вегетации сахарной свеклы можно отнести к благоприятным по температурному режиму и степени увлажнения. Все это в определенной мере отрази-

Таблица 1 – Метеорологические условия в период вегетации сахарной свеклы (2018 г.)

Месяц	Показатели 2018 г.		Среднеголетние показатели		Отклонения	
	температура, t, °C	осадки h, мм	температура, t, °C	осадки h, мм	температура, t, °C	осадки h, мм
Апрель (II, III декада)	281,5	42,7	231,0	40,0	+50,5	+2,7
Май	506,4	124,9	492,0	61,6	+14,4	+63,3
Июнь	669,5	28,7	636,0	53,9	+33,5	-25,2
Июль	779,7	32,3	722,0	26,6	+57,7	+5,7
Август	757,4	43,5	662,0	21,2	+95,4	+22,3
Сентябрь	520,7	18,9	481,0	15,9	+39,7	-3,0
Октябрь (I декада)	151,6	8,7	115,2	8,1	+36,4	+0,6
За вегетацию	3666,8	299,7	3339,2	227,3	+327,6	+72,4

Таблица 2 – Результаты экологического сортоиспытания гибридов сахарной свеклы (2018 г.)

Сорто-образец	Страна	Густота стояния, тыс. шт./га		Средний вес корнеплода, кг	Урожайность, ц/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, ц/га
		после прорывки	перед уборкой				
РМС-136	Россия	116,7	102,5	848,3	869,5	16,5	143,5
РМС-60	Россия	118,3	103,2	588,6	607,4	21,1	128,2
РМС-133	Россия	150,0	108,3	615,8	666,9	18,8	125,4
Ро-117	Россия	121,3	116,7	495,5	578,2	20,3	117,4
РМС-134	Россия	133,3	116,7	693,4	809,2	15,3	123,8
РМС-135	Россия	143,5	108,3	781,5	846,4	17,2	145,6
Руслан	Россия	116,7	105,8	641,3	678,5	19,0	128,9
Стандарт	Украина	166,7	107,5	815,7	1128,3	18,5	208,7
Весто	Украина	116,7	104,2	727,9	758,5	16,4	124,4
София	Украина	150,0	110,8	836,1	926,4	20,0	185,3
Уман МС-97	Украина	116,7	105,8	816,1	863,4	19,8	171,0
УкрМС-72	Украина	166,7	127,5	802,3	1022,9	18,3	187,2
Герой	Украина	153,3	115,8	847,3	1065,9	19,8	211,0
Кварта	Украина	146,7	97,5	524,3	589,8	20,1	118,6
Рамзес	Украина	156,7	105,8	721,7	1027,7	20,8	213,8
Александрия	Украина	153,0	114,2	607,5	755,1	19,5	147,2
Шекер	Казахстан	133,3	114,2	648,1	740,1	16,6	122,9
Аксу	Казахстан	150,0	115,8	910,7	1145,7	18,6	213,1
Айшолпан	Казахстан	133,3	101,7	964,8	1174,2	20,5	240,7
Тараз	Казахстан	160,0	109,2	642	765,3	14,9	114,0

лось на росте, развитии и продуктивности сахарной свеклы.

- Установлено, что гибриды зарубежной селекции интенсивно нарастают в июле – августе, а отечественные – в августе – сентябре. Зарубежные гибриды эффективнее реализуют свой генетический потенциал, имеют лучший габитус, архитектуру листового аппарата и корнеплода.
- Выделены 3 образца сахарной свеклы, которые при относительно невысокой массе листьев накапливали большую массу корнеплодов и имели высокую сахаристость, – РМС-60 (21,1 %), Рамзес (20,8 %), Айшолпан (20,5 %).
- По урожайности и по сбору сахара выделены 5 образцов: Стандарт, Герой, УкрМС-72, Аксу, Айшолпан.

Литература

- Кошеляев, В. В. Адаптивная способность, экологическая стабильность и оценка среды для отбора сортов и гибридов сахарной свеклы / В. В. Кошеляев // Нива Поволжья. – 2009. – № 2 (11). – С. 19–23.
- Буренин, В. И. Экологическая стабильность коллекционных образцов / В. И. Буренин, В. Е. Юдаева, О. В. Плющ // Сах. свекла. – 1998. – № 2. – С. 13–16.
- Семеноводство сахарной свеклы – стратегический ресурс свеклосахарного комплекса России / И. В. Апасов [и др.] // Сахар. – 2015. – № 12. – С. 28–30.
- Свеклосахарный комплекс России: состояние и направления развития / Л. Н. Путилина, Е. А. Дворянkin, М. А. Смирнов // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79. – № 2. – С. 180–190.
- Современная технология сева – залог высокой продуктивности и качества сахарной свеклы / Н. В. Роик [и др.] // Сахарная свекла. – 2013. – № 2. – С. 28–32.
- Селиванова, Г. А. Болезни сахарной свеклы при интенсификации технологии выращивания культуры / Г. А. Селиванова // Земледелие. – 2013. – № 4. – С. 31–35.

Сахаристость корнеплодов сахарной свеклы в паровом и травяном звене севооборота при длительном применении удобрений (1936–2017 гг.)

О. А. Минакова, Л. В. Александрова, Т. Н. Подвигина

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

Сахаристость корнеплодов сахарной свеклы – содержание сахарозы в свекле или в свекловичной стружке, выраженное в процентах к их массе [1]. Современные требования к сахаристости культуры, выращенной в ЦЧО, предполагают в ней наличие сахара не менее 16 % [2]. Снижение сахаристости корнеплодов, выращенных при внесении удобрений, является серьезной проблемой свекловодства. При применении высоких доз комплексных и азотных удобрений показатель снижается вследствие увеличения содержания небелкового азота [3, 4]. Агроприемами, содействующими стабилизации сахаристости, являются применение умеренных доз минеральных удобрений в сочетании с навозом, внесение повышенных доз калийных удобрений и оптимальное фосфорное питание культуры [5].

Исследования проводили в стационарном опыте по применению удобрений в зерносвекловичном севообороте (год закладки – 1936). Опыт находится в подзоне неустойчивого увлажнения лесостепи ЦЧР. Минеральные удобрения вносили под сахарную свеклу, навоз – в черном пару (предпредшественник сахарной свеклы). Были систематизированы данные по сахаристости корнеплодов (анализ методом холодной водной дигестии), выращенных в звене с черным паром в 1936–1972 гг., что соответствовало I, II, III, IV и V ротациям севооборота, и в 2000–2017 гг. (VIII–IX ротации севооборота), а в звене с клевером – в 1955–1972 гг. (III–V ротации) и 2000–2017 гг. (VIII–IX ротации).

Цель исследований – установить динамику сахаристости корнеплодов сахарной свеклы, выращенных в паровом и травяном звене зерносвекловичного севооборота при различной длительности применения удобрений в стационарном опыте.

Результатами исследований установлено, что уровень сахаристости корнеплодов в звене с паром составил в I ротации 17,7–18,9 % (таблица 1), II – 18,2–19,0 %, III – 17,6–18,0 %, IV – 19,3–20,4 %, V – 18,7–19,1 %, VIII – 16,5–17,5 %, IX – 16,4–17,0 %. Разница между вариантами с удобрениями и контролем в I ротации составила 0,5–0,7 % (удобрения в дозах $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га

навоза, $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза снижали показатель на 0,5–0,7 %; $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза повышали на 0,5 %); во II ротации изменения составили 0,1–0,5 %; в III ротации разница между вариантами была незначительной, а при $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза – повышение на 0,4 %; IV – повышение на 0,4–0,6 %; V – изменений не было отмечено, при $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза – повышение на 0,7 %; в VIII ротации – снижение на 0,3–1,1 %; IX ротации – снижение на 0,1–1,2 %. Система $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза в наибольшей степени снижала сахаристость как в I–II ротации, так и в VIII–IX ротациях, но в начале применения удобрений снижение было меньше – 0,5–0,7 % относительно контроля; в VIII–IX ротации – более значительно – 1,1–1,2 %. Доза $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза обеспечивала наиболее высокие показатели сахаристости: в I, IV, V ротациях – повышение относительно неудобренного варианта на 0,5–0,7 %; в VIII–IX ротациях – эта доза компенсировала снижение сахаристости на 0,1–0,3 % относительно других вариантов с удобрениями.

Системы $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, применяемые в звене с паром, обеспечивали наименьшие колебания показателя по ротациям (7,14–22,0 % и 2,38–20,8 % соответственно); $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза – более высокие (3,75–26,2 % и 4,46–25,5 % соответственно). Минимальные колебания сахаристости были отмечены в контроле – 3,55–16,6 %.

Уровень сахаристости корнеплодов в звене с травами составил в III ротации 18,1–18,6 % (таблица 2); в IV – 19,3–20,4; V – 18,7–19,1; VIII – 16,5–17,5; IX – 16,4–17,0 %. Разница между звеном с черным паром отмечалась в III, IV, V ротациях, причем в III ротации в звене с клевером показатель был выше, в VIII и IX ротации показатели были равны. Разница между вариантами с удобрениями и контролем по сахаристости корнеплодов сахарной свеклы, выращенной в звене с многолетними травами, в III ротации составила 0,2–0,5 %; IV – повышение на 0,7–1,1 %; V – снижение на 0,4–1,2 %; VIII – снижение

Таблица 1 – Сахаристость сахарной свеклы, выращенной в звене с черным паром

Вариант	Сахаристость, %						
	ротации						
	I	II	III	IV	V	VIII	IX
Без удобрений	18,4	19,0	17,6	19,7	19,7	17,5	16,9
$N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза	17,9	18,9	17,6	20,3	19,8	17,2	16,8
$N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза	18,0	18,6	17,7	20,2	19,6	16,6	16,0
$N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза	17,7	18,2	17,7	19,7	19,6	16,4	15,7
$N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза	18,9	18,5	18,0	20,5	20,4	16,8	16,8

Таблица 2 – Сахаристость корнеплодов сахарной свеклы, выращенной в звене с клевером

Вариант	Сахаристость, %				
	ротации				
	III	IV	V	VIII	IX
Без удобрений	18,6	19,3	19,1	17,5	17,0
$N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза	18,4	20,0	18,7	17,3	16,6
$N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза	18,1	20,1	19,1	16,8	16,4
$N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза	18,3	20,4	17,8	16,5	15,9
$N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза	18,1	20,1	17,9	17,0	17,0

на 0,2–1,0 %; IX – снижение на 0,4–1,1 %; при $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза – неизменна.

Максимальные показатели сахаристости в звене с клевером в III, VIII ротациях были при $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, IV – $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, V – $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, IX – $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза; минимальные – в III, IV ротациях – $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза, $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, V – $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза и $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, VIII–IX – $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза. С течением времени варианты с наименьшей сахаристостью увеличивали разрыв между ними и контролем: с 0,5 % в III ротации до 1,1 % в IX ротации; в вариантах с наибольшей сахаристостью было отмечено сокращение разрыва с 0,2–1,1 % до 0–0,2 % соответственно.

Изменение сахаристости корнеплодов вследствие применения удобрений в обоих звеньях были примерно одинаковы, кроме IV ротации, где при внесении удобрений отмечалось даже некоторое увеличение показателя.

Применение $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза в звене с травами обеспечивали наименьшие колебания показателя во времени (5,29–18,2 % и 6,02–20,5 % соответственно), $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза и $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза – более высокие 2,44–22,6 % и 3,77–28,3 %, но наиболее низкими они были в контроле – 2,94–13,5 %. В звене с травами колебания показателей были ниже, чем в звене с черным паром, кроме варианта $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза.

Сравнение абсолютных величин сахаристости в разных звеньях в III–IX ротациях выявило, что более высокая сахаристость в звене с черным паром отмечалась при внесении $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза, в контроле и при $N_{45}P_{45}K_{45} + 20$ т/га навоза (на 0,4–0,6 %, 0,2–0,3 % и 0,2–0,4 % соответственно), а в звене с травами – в вариантах $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза она была выше на 0,1–0,4 % и 0,2–0,7 % соответственно.

Выводы

При краткосрочном применении удобрений (10–20 лет) более сахаристые корнеплоды были выращены в звене с черным паром (на 0,5–0,6 % более высокая сахаристость, чем в звене с клевером).

При более длительном внесении удобрений (30–40 лет) также рационально возделывать сахарную свеклу по предшественнику черный пар, что обеспечивает на 0,4–1,6 % более высокую сахаристость, чем в клеверном звене.

Наиболее длительное применение удобрений (60–80 лет) обеспечивало более высокую сахаристость корнеплодов при внесении $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза, $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза (на 0,2–0,3 % больше в клеверном звене по сравнению с паровым).

Доза $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза в звене с черным паром обеспечивала наибольшую сахаристость в начале и в середине опыта, а в более поздний период – минимальное снижение показателя.

В звене с многолетними травами влияние удобрений на сахаристость было неоднозначным: только в VIII–IX ротациях доза $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза однозначно снижала показатель на 1,0–1,1 %.

Применение удобрений как в течение недолгого времени (10–20 лет), так и длительно (60–80 лет) способствовало снижению сахаристости в обоих звеньях севооборота: при длительном – более интенсивно (до 1,2 %), кратком – менее интенсивно (на 0,4–0,5 %).

Внесение удобрений в звене с травами обеспечивало меньшие колебания сахаристости по годам, чем в звене с черным паром, кроме системы $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза, где изменения показателя были выше.

Применение $N_{45}P_{45}K_{45} + 25$ т/га навоза и $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза в среднем за III–IX ротации обеспечивало более высокую сахаристость в звене с паром, а $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза и $N_{135}P_{135}K_{135} + 25$ т/га навоза – в звене с травами.

При длительном применении удобрений (60–80 лет) корнеплоды с наиболее высокой сахаристостью в звене с черным паром могут быть получены при внесении $N_{45}P_{45}K_{45}$ под сахарную свеклу совместно с 25–50 т/га навоза в пару, в звене с травами – $N_{90}P_{90}K_{90}$ под сахарную свеклу; при краткосрочном применении удобрений (10–20 лет) в севообороте с паром – при $N_{45}P_{45}K_{45} + 50$ т/га навоза в пару или $N_{90}P_{90}K_{90} + 25$ т/га навоза в пару, а в севообороте с клевером – $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Литература

- ГОСТ 26884–2002. Продукты сахарной промышленности. Термины и определения. Межгосударственный стандарт. Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2012. – 142 с.
- ГОСТ 33884–2016. Свекла сахарная. Технические условия. Межгосударственный стандарт. – М.: Стандартинформ, 2017. – 24 с.
- Продуктивность отечественных и зарубежных гибридов на разных фонах питания / С. И. Смуров [и др.] // Сахарная свекла. – 2008. – № 5. – С. 28–30.
- Исследование влияния различных факторов на продуктивность сахарной свеклы / Н. К. Шаповалов [и др.] // Агробиохимический вестник. – 2002. – № 5. – С. 37.
- Приемы повышения урожайности и качества корнеплодов в Белгородской области / Г. И. Уваров [и др.] // Сахарная свекла. – 2007. – № 2. – С. 22–23.

Динамика формирования урожайности и качества сахарной свеклы в зависимости от погодных условий

И. В. Чечеткина, М. И. Гуляка, Е. М. Кашевич, Е. А. Шкраба, В. С. Шкут

Опытная научная станция по сахарной свекле, Беларусь

Изучение реакции сахарной свеклы на условия произрастания дает возможность определить их значимость в формировании продуктивности. Среди основных факторов жизни растений, в значительной мере определяющих продукционный процесс, важное место занимают метеорологические. Знание закономерностей проявления погоды на рост и развитие растений в отдельные периоды вегетации позволяет через систему агротехнических и организационных мероприятий ослабить отрицательное ее влияние на продуктивность и иметь более высокие и стабильные показатели по годам.

Решающими звеньями современной технологии сахарной свеклы являются севооборот, обработка почвы, удобрение, сев и формирование оптимальной густоты стояния, защита растений. Сюда следует отнести и уборку с наименьшими потерями. Все элементы технологии должны применяться с учетом конкретных почвенно-климатических и экономических условий данного региона. Из всех вышеперечисленных факторов, влияющих на продуктивность свеклы, примерно 50 % успеха определяют место выращивания и условия года, причем влияние погоды составляет 34 % [11]. Д. Н. Прянишников писал: «Обыкновенно так резюмируют требования сахарной свеклы к климату: она требует зимы с достаточными осадками, теплого и влажного мая, относительно прохладных и влажных июня и июля, когда увеличивается масса корней ..., ясных и сухих августа и сентября, когда идет накопление сахара в корне, и, наконец, солнечного и прохладного октября, во избежание разжижения сока ...» [8].

Сахарная свекла относится к растениям длинного дня с умеренными требованиями к теплу. Очень высокие температуры летом снижают ассимиляцию, уменьшая накопление урожая и содержание сахара. Потребность сахарной свеклы в воде велика. Для формирования урожайности порядка 50 т/га потребляется около 4 тыс. м³ воды на один гектар, и возможно это при наличии запаса воды в почве в количестве 60–70 % от полной ее влагоемкости, что соответствует примерно 400–500 мм осадков, регулярно выпадающих в течение года. Близость Беларуси к Атлантическому океану, интенсивная циклоническая деятельность, высокая влажность воздуха и облачность обуславливают выпадение среднегодового количества осадков 580–620 мм и за теплый период – 400–500 мм. Это близко к потребности сахарной свеклы в воде, но осадки распределяются крайне неравномерно на протяжении периода вегетации. Нередко они выпадают в виде ливней, и вода используется непродуктивно. Сухие периоды разной продолжительности наблюдаются ежегодно. В последние годы частота и продолжительность засух увеличилась [1, 5, 6].

Потребность в воде у растения свеклы не одинакова по периодам роста. Особенно много воды и главным образом на испарение для защиты от перегрева требуется в период интенсивного роста – июль – август. Недостаток влаги в эти месяцы может вызвать сильное увядание (и даже высыхание) листьев и снижение интенсивности фотосинтеза, а избыток влаги в сентябре способствует

повышению оводненности тканей и усилению роста новых листьев, что ведет к снижению сахаристости [3, 7, 10].

На Опытной научной станции по сахарной свекле (г. Несвиж, центральная зона Республики Беларусь) с 1966 г. проводится мониторинговый полевой опыт с целью установления особенностей роста и формирования урожая и качества корнеплодов в зависимости от погодных условий. Информация используется производителями и сахарными комбинатами для прогнозирования объемов заготовки и переработки сырья, а также сроков начала уборки свеклы.

Исследования проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой легкими по гранулометрическому составу породами, в звене севооборота с чередованием культур: яровые зерновые – озимые зерновые – сахарная свекла. Агротехническая характеристика пахотного слоя почвы: рН_{KCl} 6,4–6,7, содержание гумуса – 2,82–3,12 %, подвижного фосфора – 247–355 и обменного калия – 300–396 мг/кг почвы. Учетная площадь делянки – 10,8 м², повторность – шестикратная, расположение делянок – рендомизированное. Агротехника возделывания сахарной свеклы – согласно отраслевому регламенту. В 2014–2018 гг. в опыте высевали гибриды Полибел и Белполь. Ежегодно с 1 июля по 20 октября через каждые 10 дней убирали по одной делянке на всех повторениях. Выкопанную свеклу очищали от земли, взвешивали отдельно корнеплоды и листья. Затем подсчитывали количество растений на делянке, и высчитывали среднюю массу корнеплода и листьев одного растения. Для определения содержания сахара, альфа-аминного азота, калия и натрия отбирали пробу корнеплодов с каждой убранной делянки. Анализ проводился на автоматической линии «Венема». Расчет корреляционной зависимости осуществляли по методике Б. А. Доспехова.

Температура воздуха не только регулирует интенсивность биологических процессов и, следовательно, накопление растительной массы, но и скорость протекания фаз развития растений. Для получения высокого урожая сахарной свеклы в период от сева до уборки требуется сумма положительных температур 2400–2800 °С при вегетационном периоде 150–180 дней. Погодные условия теплого периода года в свеклосеющей зоне Беларуси соответствуют данным требованиям. Однако глобальное потепление климата отразилось и на погоде в нашей республике. За последние 20 лет среднегодовая температура воздуха в мире увеличилась на 1,1 °С [2]. Изменение погодных условий четко прослеживается и по данным наших мониторинговых исследований (таблица 1). За последние 5 лет среднесуточная температура воздуха вегетационного периода превышала среднесуточные показатели на 0,1–3,0 °С. Особенно высокой была среднесуточная температура в 2018, 2014 и 2016 г. – 15,8, 14,3 и 14,1 °С соответственно при многолетней норме 12,8 °С.

Влияние тепла на рост и развитие растений сахарной свеклы в полной мере проявляется лишь при наличии

необходимого количества влаги в период вегетации. Все жизненные процессы в растении могут протекать только при достаточном насыщении тканей водой. Потребность сахарной свеклы в воде различается в зависимости от фазы развития и интенсивности ростовых процессов. Незначительная потребность молодых растений свеклы во влаге обеспечивается за счет зимних запасов ее в почве. Уменьшение до определенных пределов запасов влаги в верхних почвенных горизонтах благоприятствует росту корней вглубь. Наивысшую потребность в воде растения сахарной свеклы проявляют во время прироста массы с июля и до конца августа. Она зависит во все периоды роста и от других климатических факторов, особенно от температуры. В месяцы с температурами выше средних потребность в воде повышается, так много ее расходуется на транспирацию для охлаждения листьев [4, 9, 12].

Анализ температуры воздуха и атмосферных осадков в вегетационные периоды 2014–2018 гг. показал, что температурный режим всех пяти лет исследований был выше средней многолетней нормы. По сумме осадков три года из пяти – 2015, 2016 и 2018 г. – были засушливыми, гидротермический коэффициент – 1,3; 0,9 и 1,1 соответственно (таблица 1). Кроме того, осадки выпадали крайне неравномерно по месяцам. Так, в 2015 г. засуха отмечалась в августе (16 мм при норме 73 мм); в 2016 г. – в мае (23 – норма 55), июне (41 – норма 75) и августе (28 мм при норме 73 мм); в 2018 г. – также в мае, июне и августе (14, 33 и 36 мм осадков соответственно). В 2014 и 2017 г. влагообеспеченность была высокой, осадков за период вегетации выпало больше средней

многолетней нормы на 25–27 % соответственно, однако дефицит влаги был в 2014 г. в июне, а в 2017 г. – в мае и июне.

Высокий температурный режим и недостаточное количество атмосферных осадков снижают запас продуктивной (доступной) влаги в почве. Так, минимальное ее количество в 2015 г. отмечалось в августе; в 2016 г. – в мае, начале июля и августе – сентябре; в 2018 г. – в июле – августе (таблица 2). Неблагоприятные погодные условия оказали существенное влияние на интенсивность прироста массы листьев, корнеплодов и накопление сахара.

У сахарной свеклы различают две фазы роста растений: фазу преимущественного роста листьев и фазу преимущественного роста корнеплодов. В начальный период роста свеклы масса листьев превышает массу корнеплода. В зависимости от погодных условий в годы исследований на 1 июля масса листьев одного растения свеклы существенно различалась. Наибольшей величина этого показателя была в 2014 г., характеризующимся большим количеством осадков в мае – июне, а наименьшей – в 2017 г. при дефиците осадков в эти месяцы (рисунок 1). Период усиленного роста листьев (третья пара настоящих листьев – смыкание листьев в междурядьях) чаще протекает при выпадении достаточного количества осадков (75–80 мм) и температуре, близкой к оптимальной (17–18 °С). Пик нарастания массы листьев чаще приходится на вторую – третью декаду августа, как в 2017 г., когда в этот период выпало максимальное количество осадков. В сентябре обычно масса листьев снижается, но в отдельные годы после

Таблица 1 – Температура воздуха и осадки в 2014–2018 гг. (по данным метеостанции г. Столбцы)

Месяц	Среднесуточная температура, °С						Сумма осадков, мм					
	год					норма	год					норма
	2014	2015	2016	2017	2018		2014	2015	2016	2017	2018	
Апрель	9,2	7,0	8,4	5,8	11,0	5,8	26,6	36,8	35,8	66,2	45,7	44
Май	14,4	12,4	14,7	13,0	17,4	12,8	85,3	79,2	22,8	20,1	13,7	55
Июнь	15,7	17,0	18,5	16,4	18,0	16,0	47,1	63,5	41,2	54,6	33,0	75
Июль	20,8	18,1	19,3	17,4	19,4	17,7	108,6	64,7	117,6	146,4	156,5	84
Август	18,8	20,6	18,2	15,3	20,0	16,4	144,6	16,0	28,2	89,7	36,3	73
Сентябрь	13,0	14,3	13,6	13,8	15,1	11,8	68,0	111,5	11,8	84,5	60,2	55
Октябрь*	8,2	6,2	6,0	8,8	9,6	8,8	13,8	3,0	82,4	70,3	11,8	31
За вегетацию	14,3	13,6	14,1	12,9	15,8	12,8	521	375	340	532	357	417
ГТК	1,8	1,3	0,9	1,7	1,1							

Примечание – *Данные за I и II декады месяца; ГТК – гидротермический коэффициент.

Таблица 2 – Запасы доступной влаги в пахотном (0–20 см) слое почвы

Год	Запасы доступной влаги, мм/га											
	дата учета											
	01.07	10.07	20.07	01.08	10.08	20.08	01.09	10.09	20.09	01.10	10.10	20.10
2014	32,5	30,8	32,1	20,2	9,5	24,4	67,2	54,3	53,5	48,4	44,0	44,2
2015	9,2	3,4	20,2	17,6	6,7	5,6	2,8	19,0	26,6	44,2	27,4	31,4
2016	10,1	32,8	30,8	56,3	23,5	35,3	17,4	20,7	13,2	16,0	61,3	57,4
2017	45,4	41,4	34,4	45,1	40,3	37,5	38,6	45,1	53,5	50,4	58,0	59,1
2018	21,3	39,5	59,9	41,2	21,6	21,3	30,2	30,2	37,2	54,6	48,5	48,7

СВЕКЛОВОДСТВО

продолжительной летней засухи начинается отрастание молодых листьев. При этом происходит расход запасных веществ на образование листьев, уменьшается прирост массы корнеплода и сахаристости, ухудшаются технологические качества. Такая ситуация сложилась в 2015 г.

Влияние погоды на рост корнеплода проявилось следующим образом: на 1 июля минимальная масса корнеплода (30 г) отмечена в 2017 г. из-за дефицита

осадков в мае и июне. В остальные годы в условиях достаточного увлажнения величина массы корнеплода на эту дату была гораздо выше и варьировала от 91 до 120 г (рисунок 2). Отставание приростов массы корнеплода в 2017 г. продолжалось до августа месяца, пока в июле не выпали обильные осадки. В 2014, 2016 и 2018 г. масса корнеплода увеличивалась более равномерно до октября месяца, затем рост замедлялся.

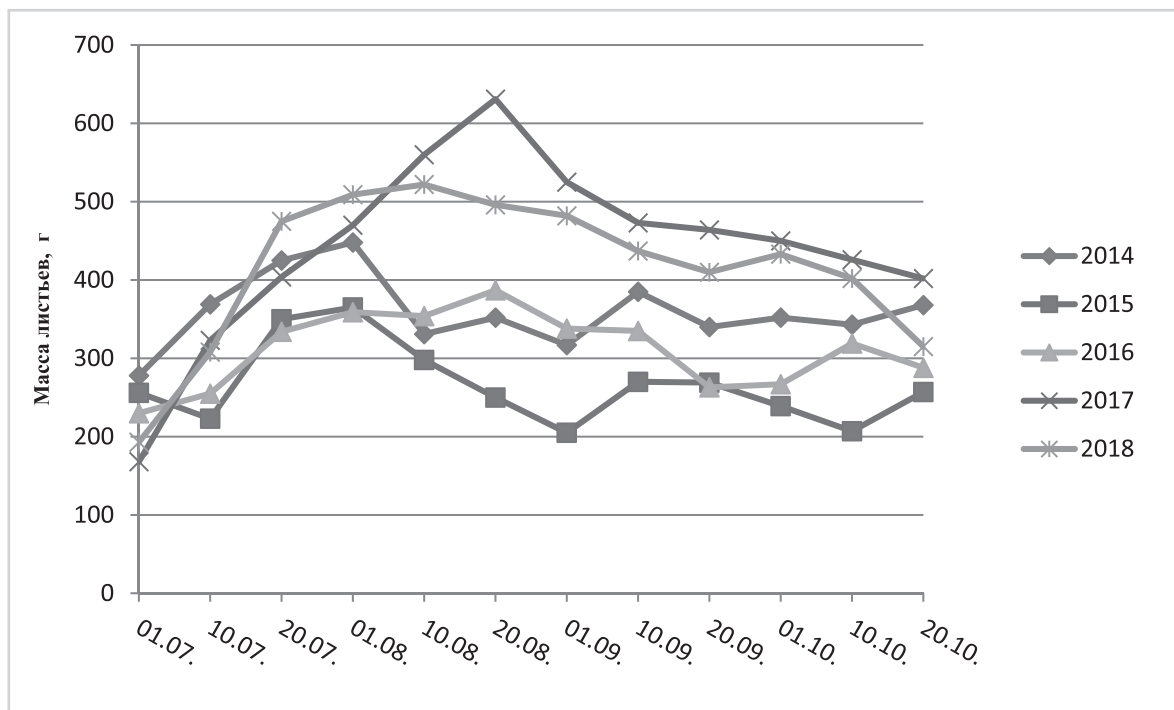


Рисунок 1 – Динамика роста листьев сахарной свеклы

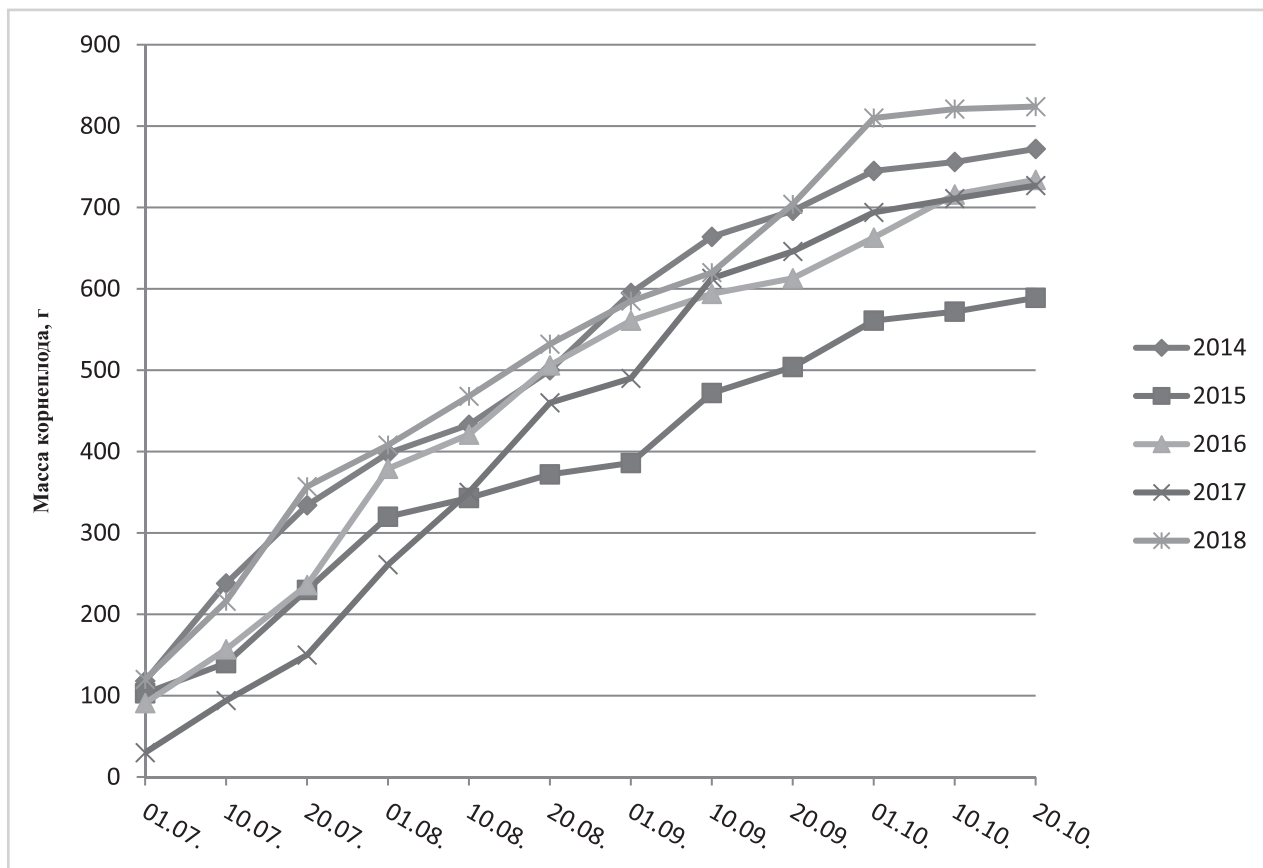


Рисунок 2 – Динамика роста корнеплода сахарной свеклы

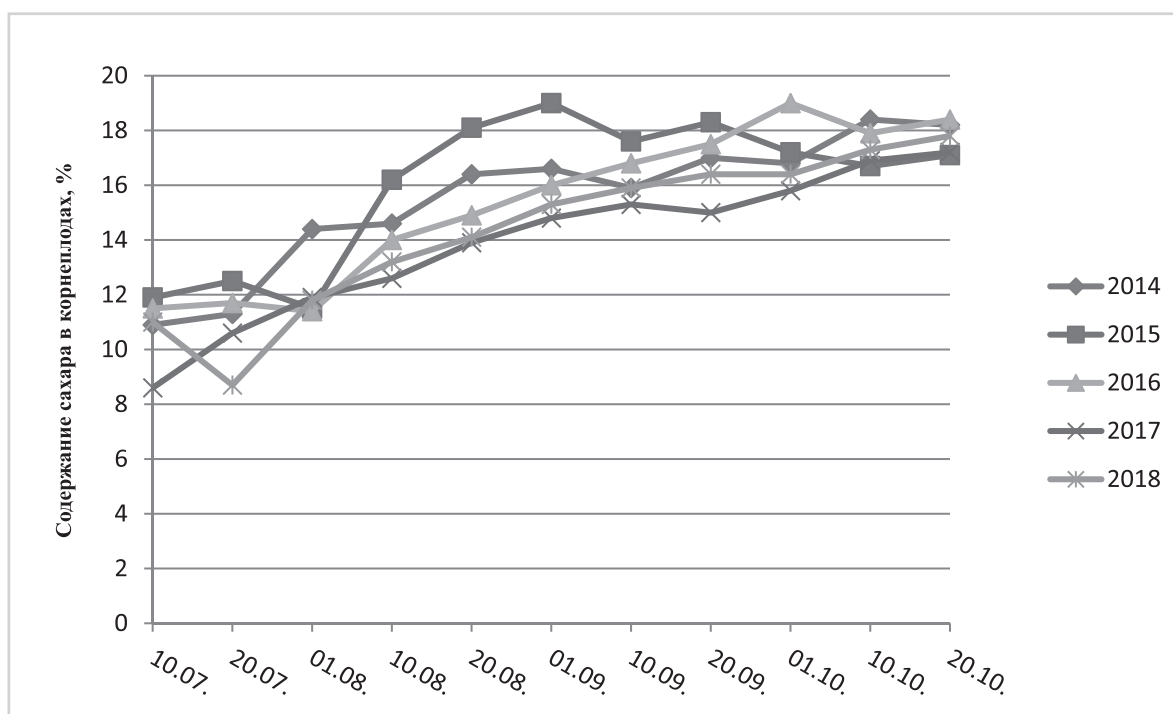


Рисунок 3 – Динамика накопления сахара в корнеплодах сахарной свеклы

По содержанию сахара в корнеплодах большая разница четко прослеживается уже 10 июля: в зависимости от условий года 8,6 % (влажный 2017 г.) – 11,9 % (засушливый 2015 г.). Сухая солнечная погода июля и августа 2015 г. способствовала максимальному накоплению сахара к 1 сентября – 19 %. Однако прошедшие в сентябре обильные дожди привели к снижению сахаристости до 16,7 % в первой декаде октября (период массовой уборки свеклы). Сахаристость в другие годы также существенно зависела от температуры воздуха и осадков, однако варьировала не столь контрастно. К началу массовой уборки сахарной свеклы (первая декада октября) содержание сахара в корнеплодах находилось в пределах 16,7–18,4 % (рисунок 3).

В связи с ростом объема производства сырья и оставанием мощностей перерабатывающих предприятий уборку сахарной свеклы с 2007 г. в республике начинают с 1 сентября. Наши исследования показывают, что к этому сроку сахаристость корнеплодов не всегда достигает базисной величины – 16 %. Два года из трех – 2017 и 2018 г. – сахаристость была ниже базисной – 14,8 и 15,3 % соответственно. Для эффективного извлече-

ния сахара на заводе необходимо содержание сахара 16–17 %. При сахаристости 12 % можно извлечь 50 % сахара, а при 17 % – уже 87 % [11]. По количеству осадков с большей вероятностью можно прогнозировать содержание сахара в корнеплодах и определять начало и интенсивность уборки свеклы.

Расчеты показали, что зависимость урожайности сахарной свеклы от количества осадков самая сильная в июле месяце (коэффициент корреляции – 0,7, коэффициент детерминации – 0,49), то есть урожай почти на 50 % зависит от осадков. В августе и сентябре корреляционная связь слабее: коэффициент корреляции – 0,43–0,45, по классификации Доспехова Б. А. она является средней. В августе и сентябре урожайность свеклы зависит от количества выпавших осадков на 19–20 %.

Корреляционная связь между температурой воздуха и урожайностью сахарной свеклы является одинаково сильной в июле, августе и сентябре ($r = 0,71–0,76$).

Сахаристость корнеплодов сильнее всего зависит от количества осадков в сентябре ($r = 0,45$) и суммы температур в августе и сентябре ($r = 0,44$ и $0,51$) (таблица 3).

Таблица 3 – Зависимость урожайности и сахаристости корнеплодов сахарной свеклы от количества осадков и температуры воздуха

Месяц	Осадки		Сумма температур	
	коэффициент корреляции, r	коэффициент детерминации, d	коэффициент корреляции, r	коэффициент детерминации, d
<i>Урожайность</i>				
Июль	0,70	0,49	0,74	0,55
Август	0,45	0,20	0,76	0,58
Сентябрь	0,43	0,19	0,71	0,50
<i>Сахаристость</i>				
Июль	0,18	0,03	0,19	0,04
Август	0,18	0,03	0,44	0,19
Сентябрь	0,45	0,20	0,51	0,26

Таким образом, реализация генетического потенциала продуктивности сахарной свеклы в большой степени зависит от погодных условий: чем они менее благоприятны, тем выше их доля влияния на изменение величины и качества урожая корнеплодов. Зависимость урожайности от количества осадков и температуры воздуха самая сильная в июле, августе и сентябре. Сахаристость корнеплодов больше всего зависит от количества осадков в сентябре и суммы температур в августе и сентябре.

Литература

1. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минская фабрика цветной печати, 2011. – С. 106–117.
2. Вострухин, Н. П. Мониторинг динамики формирования урожайности и качества сахарной свеклы в Беларуси за 1966–2011 годы / Н. П. Вострухин, М. И. Гуляка. – Несвиж: Несвижская типография им. С. Будного, 2013. – С. 16–25.
3. Вострухин, Н. П. Земледелие и свекловодство / Н. П. Вострухин. – Минск: «Беларуская навука», 2009. – С. 35–41.
4. Елфимов, М. Н. Влияние основной обработки почвы, удобрений и культур плодосменного севооборота на агрофизические свойства чернозема выщелоченного в ЦЧР: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / М. Н. Елфимов. – Рамонь, 2019. – 25 с.

5. Заленский, В. А. Обработка почвы и плодородие / В. А. Заленский, Я. У. Яроцкий. – Минск: «Беларусь», 2003. – С. 32–34.
6. Зубенко, В. Ф. Свекловодство. Проблемы интенсификации и ресурсосбережения / В. Ф. Зубенко. – Киев: НПП ООО «Альфа-стевия ЛТД», 2005. – С. 77–94.
7. Красюк, Н. А. Современные технологии производства и использования сахарной свеклы / Н. А. Красюк. – Минск: «Амалфея», 2008. – С. 27–37.
8. Прянишников, Д. Н. Частное земледелие / Д. Н. Прянишников. – М.: Сельхозгиз, 1931.
9. Роде, А. А. Почвенная влага / А. А. Роде. – Москва: Издательство Академии наук СССР, 1952. – С. 3–7.
10. Особенности возделывания и переработки сахарной свеклы на Северном Кавказе / А. Г. Шевченко [и др.]. – Краснодар, 2007. – С. 47–63.
11. Шпаар, Д. Сахарная свекла / Д. Шпаар. – Минск, 2004. – С. 53–61.
12. Шпаар, Д. Некоторые вопросы дальнейшей интенсификации выращивания сахарной свеклы в рамках устойчивого земледелия / Д. Шпаар // Пути интенсификации свеклосахарного производства в Республике Беларусь: материалы междунар. науч.-произв. конф., посвященной 70-летию Белорусской зональной опытной станции по сахарной свекле. – Минск: «Юнипак», 2002. – С. 15–30.

УДК 633.63:632.934:631.563

Повышение сохранности маточных корнеплодов сахарной свеклы

М. А. Смирнов

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

В России на современном этапе развития селекции и семеноводства сахарной свеклы вопрос сохранности маточных корнеплодов является актуальным в связи с тем, что качество посадочного материала определяет развитие семенных растений и, как следствие, их продуктивностью [1].

На сохранность маточных корнеплодов большое влияние оказывают следующие факторы: сортовые особенности, технология выращивания, система обработки почвы, система применения удобрений, способы уборки, условия хранения. Под их влиянием увеличивается степень поражения маточных корнеплодов патогенами кагатной гнили, что приводит к уменьшению в них пластических веществ и, как следствие, снижению выхода качественного посадочного материала [2].

Основными возбудителями кагатной гнили сахарной свеклы являются микроскопические грибы (*Botrytis cinerea*, *Fusarium*, *Aspergillus* и др.) и бактерии. Общее количество возбудителей гнили корнеплодов составляет более 100 различных видов. В связи с изменением условий в период послеуборочного хранения эти патогены могут вызывать массовое развитие болезни [3].

Одним из перспективных способов защиты корнеплодов сахарной свеклы от возбудителей кагатной гнили в период послеуборочного хранения является их обработка перед закладкой на хранение препаратами фунгицидного действия. При этом эффективность обработки фунгицидами определяется их препаративной формой, а также технологией применения [4, 5].

Исходя из вышеизложенного, в 2017–2018 гг. сотрудниками лаборатории хранения и переработки сырья Все-

российского НИИ сахарной свеклы и сахара (ВНИИСС) была проведена оценка эффективности действия совместного применения фунгицида Кагатник, ВРК с излучением, а также поверхностно-активным веществом (ПАВ) на сохранность маточных корнеплодов.

Кагатник, ВРК – фунгицид, предназначенный для обработки корнеплодов сахарной свеклы против кагатных гнилей перед закладкой на хранение и клубней картофеля против комплекса болезней перед посадкой и закладкой на хранение. Действующим веществом препарата является 300 г/л бензойная кислота в виде триэтаноламинной соли (300 г/л).

Объект исследования – маточные корнеплоды МС-компонента гибрида отечественной селекции РМС 127 массой 80–150 г.

Схема опыта включала следующие варианты: 1 – контроль (без обработки); 2 – Кагатник, ВРК (0,10 л/т); 3 – инфракрасное (ИК) излучение с помощью рефлектора Минина (синяя лампа), экспозиция 30 сек.; 4 – Кагатник, ВРК (0,10 л/т) + ИК-излучение (30 сек.); 5 – Кагатник, ВРК (0,10 л/т) + ПАВ.

Обработка посадочного материала фунгицидом осуществлялась однократно при расходе рабочей жидкости 5 л/т, а излучением – рефлектором Минина (синяя лампа) с расстояния от поверхности корнеплода 50–60 см. Хранили маточные корнеплоды в корнетранилище в нерегулируемой среде при средней температуре 2–3 °С и относительной влажности 90–95 %. Длительность хранения составила 140 суток.

В результате проведенных исследований установлено, что обработка маточных корнеплодов перед заклад-

Фитопатологические показатели сохранности маточных корнеплодов

Показатель	Вариант				
	контроль	Кагатник, 0,10 л/т	ИК-излучение, 30 сек.	Кагатник, 0,10 л/т + ИК-излучение, 30 сек.	Кагатник, 0,10 л/т + ПАВ
Загнивших корнеплодов,%	15,0	10,8	13,3	10,0	9,2
Увядших корнеплодов,%	5,0	4,2	8,3	3,3	3,3
Проросших корнеплодов,%	37,5	16,7	16,7	15,0	13,3
Масса гнили,%	3,8	2,4	2,9	2,1	2,0
Потери массы,%	5,1	3,8	4,7	3,7	3,2
Биологическая эффективность,%	-	35,6	24,5	43,8	46,0

кой на хранение препаратом совместно с излучением, а также ПАВ оказала положительный эффект на их сохранность при долгосрочном хранении. Так, совместное применение фунгицида Кагатник (0,10 л/т) с ИК-излучением (30 сек.) способствовало достоверному снижению в сравнении с контролем количества загнивших корнеплодов на 33,3 %, проросших – на 60,0 %, гнилой массы – на 44,7 %. При этом потери массы посадочного материала при хранении сократились на 27,4 %. В результате биологическая эффективность приема составила 43,8 % (таблица).

Обработка маточных корнеплодов баковой смесью Кагатника (0,10 л/т) и ПАВ позволила в сравнении с контролем снизить количество загнивших корнеплодов на 38,7 %, проросших – на 64,5 %, гнилой массы – на 47,4 %. Потери массы корнеплодами были ниже, чем в контроле на 37,3 %. Биологическая эффективность применения баковой смеси фунгицида и ПАВ составила 46,0 %.

Следует отметить, что лучшие варианты опыта по показателям сохранности посадочного материала превосходили не только контроль, но и варианты с обработкой маточной свеклы Кагатником (0,10 л/т) и ИК-излучением.

Таким образом, результаты изучения эффективности фунгицида Кагатник, ВРК в комбинации с инфракрасным

излучением, а также с ПАВ позволяют сделать вывод о том, что данные способы обработки маточных корнеплодов сахарной свеклы перед закладкой на хранение в условиях корневых хранилища с нерегулируемой средой являются перспективными приемами повышения их сохранности и, как следствие, улучшения качества посадочного материала.

Литература

1. Добротворцева, А. В. Агротехника сахарной свеклы на семена / А. В. Добротворцева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 192 с.
2. Сащенко, С. В. Влияние способов уборки и хранения маточных корнеплодов на продуктивность семенных растений сахарной свеклы: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / С. В. Сащенко. – Рамонь, 2009. – 115 с.
3. Смирнов, М. А. Влияние фунгицидных обработок на развитие гнили корнеплодов маточной сахарной свеклы / М. А. Смирнов, Г. А. Селиванова // Сахарная свекла. – 2016. – № 4. – С. 47–49.
4. Смирнов, М. А. Химические методы защиты корнеплодов сахарной свеклы от кагатной гнили / М. А. Смирнов, Н. А. Лазутина // Международная науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов «Повышение эффективности сельскохозяйственной науки в современных условиях», ВНИИЗБК, Россия, Орловская обл., Орловский р-н, пос. Стрелецкий, 17–18 ноября 2015 г. – С. 149–153.
5. Характеристика препаратов фунгицидного действия, применяемых на сахарной свекле / И. И. Бартенев [и др.] // Сахарная свекла. – 2015. – № 4. – С. 19–21.

УДК 633.63:631.524.85:632.48

Устойчивость гибридов сахарной свеклы к церкоспорозу

Г. И. Гаджиева, О. В. Подковенко
Институт защиты растений, Беларусь
М. И. Гуляка, И. В. Чечеткина

Опытная научная станция по сахарной свекле, Беларусь

Одним из ведущих методов защиты растений от вредных объектов является возделывание устойчивых сортов. Анализ роста урожайности в XX в. показывает, что наряду с минеральными удобрениями, пестицидами и средствами механизации основную роль в этом процессе сыграло генетическое улучшение растений. Так, вклад селекции в повышение урожайности важнейших сельскохозяйственных культур оценивают в 40–80 %. Именно благодаря селекции в США была обеспечена ежегодная прибавка урожая в размере 1–2 % по основным полевым культурам. Имеются все основания считать, что в обозримом будущем роль биологической составляющей,

и в первую очередь селекционного улучшения сортов и гибридов, в повышении величины и качества урожая будет непрерывно возрастать [1, 2].

С экологической и экономической точек зрения особенно большое значение имеет селекция на устойчивость к возбудителям болезней и вредителям, т. к. в посевах устойчивых сортов применяется меньше средств защиты растений, тем самым снижается пестицидная нагрузка на 1 га пашни и повышается сохранность на данной площади энтомофагов [5]. В настоящее время в Государственном реестре сортов имеются гибриды, толерантные к вирусу некротического пожелтения жилок свеклы, к воз-

будителям церкоспороза, рамуляриоза и мучнистой росы. Предыдущими нашими исследованиями установлено, что высокую устойчивость к церкоспорозу проявили гибриды Борута, Имперал, Мандарин, Ненси, Флората, Патрия, Гримм; из ранее зарегистрированных – Казино, Космея, Данте, Георгина. Устойчивостью выше средней характеризовались гибриды Гелиос, Каньон, Вентура, Триада, Берни, Молли, Лимузин, а также Ахат и Твинго. Наименее устойчивыми к церкоспорозу были гибриды Саплица, Казак, Кевата. Однако ежегодно сортимент пополняется новыми, более высокопродуктивными гибридами.

В связи с этим в совместных опытах РУП «Институт защиты растений» и РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» в 2016–2018 гг. перед уборкой на естественном инфекционном фоне проведена оценка поражённости районированных и перспективных сортов и гибридов сахарной свеклы церкоспорозом, что в дальнейшем позволило подобрать перспективный сортимент гибридов сахарной свеклы для возделывания в условиях республики. Следует отметить, что годы исследований отличались метеорологическими условиями, сроками появления и развитием болезни, что позволило объективно оценить изучаемые гибриды.

Учет поражённости растений проводили перед уборкой урожая по следующей шкале: 0 – отсутствие пятен на листьях (здоровые растения); 0,1 – единичные пятна на листьях (1–2 пятна на растении); 1 – пятна и отмершие участки занимают до 10 % площади листьев растений; 2 – пятна и отмершие участки занимают от 25 %; 3 – пятна и отмершие участки занимают от 26 до 50 %; 4 – пятна и отмершие участки занимают от 51 до 75 %; 5 – пятна и отмершие участки занимают свыше 76 % площади листьев растений [3].

Устойчивость гибридов к церкоспорозу оценивали по шкале (балл поражения – степень устойчивости) [4]: 0 – высокоустойчивый (5); 1 – устойчивый (4); 2 – относительно устойчивый (3); 3 – толерантный (2); 4 – восприимчивый (1); 5 – сильно восприимчивый (0).

Летом 2016 г. преобладала теплая погода. Температура воздуха всех месяцев летнего сезона превышала климатическую норму и в среднем за сезон составила +18,6 °С, что выше климатической нормы на 1,8 °С. В августе преобладал повышенный температурный режим со среднесуточной температурой воздуха +17...+22 °С, что на 1–4 °С выше средних многолетних значений. Количество осадков, выпавших за лето, было ниже нормы (94 %). Июнь и август характеризовались недобором осадков (выпало 45 и 52 мм или 56 и 68 % нормы соответственно), в июле выпало 1,5 месячные нормы. Сентябрь характеризовался неоднородным температурным режимом и недобором осадков. Теплая погода удерживалась в первой половине сентября и в последние дни месяца. Во второй половине сентября преобладал пониженный температурный режим. Средняя за сентябрь температура воздуха составила +13,9 °С, что на 2,3 °С выше климатической нормы. Дожди носили кратковременный характер и проходили редко. В сложившихся погодных условиях первые признаки церкоспороза были отмечены в конце июля. При обследовании посевов в начале сентября церкоспороз был выявлен на 77,8 % обследованных полей в Брестской области, на 78,3 % – в Минской и на 81,1 % – в Гродненской области. Распространенность болезни колебалась от 10 до 100 % и в среднем по республике составила 38,8 % при развитии 9,9 %.

Температура воздуха летнего сезона 2017 г. была близка к климатической норме и составила +18,5 °С при норме 17,3 °С. В июне средняя температура воздуха составила +14...+18 °С (около климатической нормы), в июле – +16...+19 °С (на 1 °С ниже климатической нормы), в августе – +17,0...+20,5 °С (на 1–2 °С выше климатической нормы). За это лето было отмечено от 14 до 59 жарких дней (с температурой +25 °С и выше) и от 1 до 17 очень жарких дней с максимальной температурой воздуха +30 °С и выше. Из 12 месяцев года сухими были май и июнь (особенно май, когда за месяц выпало 58 % нормы осадков), остальные месяцы года были влажными. В первой декаде сентября средняя температура воздуха составила +14,6 °С и была выше климатической нормы на 0,6 °С; во второй декаде средняя температура воздуха превышала климатическую норму на 3,0 °С. Преобладающие пасмурной и дождливой погоды не способствовало накоплению сахаров в корнеплодах сахарной свеклы. Продолжительность солнечного сияния была на 25–35 часов меньше средних многолетних значений. Первые признаки церкоспороза были обнаружены в конце третьей декады июля. При обследовании посевов сахарной свеклы в конце августа развитие болезни носило депрессивный характер: распространенность болезни колебалась в основном от 5,0 до 30,0 % и лишь на отдельных участках составляла 40,0–60,0 %, развитие – от 5,0 до 20 и 25,0–30,0 % соответственно.

Летом 2018 г. средняя температура воздуха составила +18,9 °С, что на 1,6 °С выше нормы. В июне и июле среднесуточная температура воздуха превышала климатическую норму на 1,2 °С, в августе средняя температура была выше нормы на +2,3 °С и составила +19,6 °С. Осенью средняя температура воздуха составила +8,0 °С при норме +6,5 °С. Теплыми были все три месяца, особенно сентябрь, когда средняя температура воздуха превышала климатическую норму на 2,9 °С и составила +15,0 °С. 22–23 сентября, примерно на 2 декады позже своих обычных сроков, произошел устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через +14 °С в сторону понижения, что в климатологии означает конец климатического лета. Таким образом, климатическое лето в 2018 г. составило практически четыре месяца. Из 12 месяцев наиболее влажными были июль и декабрь, особенно июль (выпало 174 % от месячной нормы осадков), самыми сухими – ноябрь и май. Погодные условия в 2018 г. (сухая жаркая погода в июне и неустойчивая с дождями в июле) также не благоприятствовали развитию болезней, в результате чего первые признаки церкоспороза были обнаружены в третьей декаде июля. При обследовании посевов сахарной свеклы в конце августа наблюдалось умеренно-депрессивное развитие болезни, при этом на отдельных полях распространенность достигала 80,0–95,0 % с развитием до 60,0 %.

Согласно результатам исследований, в условиях депрессивного развития болезни 2016 г. абсолютное большинство (86,0 %) гибридов, семена которых подготовлены обычным способом и по технологии ускоренного прорастания (отмечены знаком +), характеризовались как устойчивые, 12 % – относительно устойчивые и 2 % – высокоустойчивые (таблица 1). Толерантных, восприимчивых и сильно восприимчивых не выявлено.

Продуктивность гибридов в 2016 г. была на высоком уровне. По групповому стандарту (Азиза, Ангус, Логан) урожайность корнеплодов составила 81,8 т/га с содержанием в них сахара 17,9 % и сбора очищенного сахара 13,7 т/га. Высокоустойчивый к церкоспорозу гибрид Аргумент по продуктивности был на уровне

стандарта (78,9 т/га, 17,8 % и 13,2 т/га соответственно). Из устойчивых урожайность и сбор сахара были несколько ниже у гибридов Нясвіжскі 2, Триада, Волга, Ямпол+, Яшек, Тайфун, Конус, Смежо. Относительно устойчивые гибриды по продуктивности также находились на уровне группового стандарта. Таким образом,

в условиях 2016 г. церкоспороз не оказал негативного влияния на уровень продуктивности гибридов сахарной свеклы (таблица 2).

В 2017 г. наименее поражаемыми церкоспорозом были гибриды Сплendor, Азиза КВС, Лимузин, Империял, Мелроуз, Флората, Овид+ (развитие болезни не пре-

Таблица 1 – Устойчивость гибридов сахарной свеклы к церкоспорозу (совместные опыты, РУП «Институт защиты растений», РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», 2016 г.)

Степень устойчивости	Гибрид
Высокоустойчивый	Аргумент
Устойчивый	Белполь, Нясвіжскі 2, Триада, Си Бадди, Спартак, Флората, Волга+, Волга, Си Апел, Борута, Азиза КВС, Ангус, Янка, Янка+, Ямпол, Ямпол+, Яносик, Яносик+, Яшек, Тайфун, Империял, Фронтера, Новелла, Данте, Вентура, Нэнси, BTS980, Эксперт, Агроном, Крокодил, Верди, PS1603, Наркос, Курлис, Брависсима КВС, Казимира КВС, Андромеда КВС, Констанция КВС, ZP 04578, Игор, Живаго, Конус, Смежо
Относительно устойчивый	Полибел, Логан, Яшек+, Вета 307, BTS590, Алла КВС

Таблица 2 – Продуктивность гибридов сахарной свеклы в 2016 г.

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га	Содержание сахара, %	Сбор сахара, т/га	Сорт, гибрид	Урожайность, т/га	Содержание сахара, %	Сбор сахара, т/га
Белполь	84,1	17,5	13,8	Вентура	79,1	18,1	13,4
Полибел	82,7	17,6	13,6	Нэнси	82,3	17,7	13,6
Нясвіжскі 2	68,8	17,7	11,4	Вета 307	81,2	18,6	14,2
Триада	74,2	17,8	12,3	BTS980	79,7	17,8	13,2
Си Бадди	80,3	18,0	13,6	BTS590	80,4	18,0	13,5
Спартак	80,7	17,5	13,2	Эксперт	81,0	17,9	13,6
Флората	80,1	17,6	13,2	Агроном	80,9	18,1	13,7
Волга+	81,0	17,8	13,5	Аргумент	78,9	17,8	13,2
Волга	76,1	17,5	12,4	Крокодил	80,4	17,4	13,0
Си Апел	84,6	17,4	13,7	Верди	85,0	17,3	13,7
Борута	83,4	17,7	13,8	FS1603	83,3	17,0	13,2
Янка	83,6	17,7	13,8	Наркос	81,8	17,7	13,5
Янка+	81,0	17,8	13,4	Курлис	82,5	17,3	13,3
Ямпол	85,3	17,5	13,9	Алла	78,5	18,2	13,3
Ямпол+	79,9	17,8	13,3	Брависсима	83,7	17,9	14,0
Яносик	81,4	18,1	13,8	Казимира	79,2	17,8	13,2
Яносик+	77,9	18,4	13,4	Андромеда	88,0	17,6	14,4
Яшек	79,7	17,7	13,2	Констанция	87,8	17,5	14,4
Яшек+	78,8	17,7	13,1	ZP 04578	87,7	17,8	14,6
Тайфун	77,2	17,8	12,8	Игор	82,5	17,5	13,4
Империял	81,9	18,1	13,8	Живаго	83,3	17,2	13,3
Фронтера	82,8	17,9	13,9	Конус	76,0	16,9	11,9
Новелла	80,7	18,0	13,6	Смежо	74,1	17,3	11,9
Данте	78,5	18,0	13,2				
Групповой стандарт (гр. ст.)							
Логан	80	18,1	13,6				
Азиза	82,2	18,3	14,1				
Ангус	83,1	17,4	13,5				
Среднее по гр. ст.	81,8	17,9	13,7				
Среднее по опыту	81,0	17,7	13,4				
НСР ₀₅	7,5	0,3	1,0				

вышало 1 %), а также Леопард, Федерика, Федерика+, Фантазия, Вентура, Марино и Шкипер (с развитием церкоспороза 1,0–1,4 %). В большей степени поражались Белполь, Смежо, Крокодил, Латифа КВС, Максимелла КВС, Игор+ЗД, Кариока, 4К446 (развитие церкоспороза 4,0–6,0 %) и особенно Белполь+, Воевода+, BTS980

и 6К644 (СМАРТ Каледония КВС) с развитием 6,9–10,7 %. Остальные гибриды были поражены церкоспорозом в одинаковой степени (таблица 3). Гибриды Воевода+, 6К644 (СМАРТ Каледония КВС) характеризовались как относительно устойчивые, остальные 86 гибридов (97,7 %) – как устойчивые.

Таблица 3 – Пораженность гибридов сахарной свеклы церкоспорозом в 2017 г.

Гибрид	Церкоспороз	
	Р, %	Р, %
Белполь+	37	6,9
Белполь	32	4,0
Полибел	25	2,9
Нясвіжскі 2	27	3,5
Конус	26	3,2
Смежо	41	5,5
Аргумент+	15	1,6
Аргумент	18	2,1
Скаут+	22	3,0
Скаут	17	2,1
Леопард+	18	2,0
Леопард	10	1,2
Федерика+	13	1,4
Федерика	10	1,3
Крокодил+	21	2,7
Крокодил	31	4,2
Сплендер+	20	1,4
Сплендер	7	0,9
Гулливер+	18	1,9
Гулливер	19	2,4
Скорпион+	26	3,4
Скорпион	26	3,4
Тибул+	22	3,2
Тибул	18	1,9
Ямпол+	22	2,6
Ямпол	14	1,9
Яшек+	22	2,7
Яшек	23	2,8
Мелодия+	14	1,9
Мелодия	14	1,6
Фантазия+	25	3,0
Фантазия	12	1,3
Краян+	16	2,2
Краян	15	2,0
Силезия+	19	2,4
Силезия	16	1,9
Казимира КВС	28	3,2
Константа КВС	21	2,4
Латифа КВС	43	6,0
Максимелла КВС	36	4,8
Алла КВС	17	1,9
Акация КВС	18	2,0
Брависсима КВС	46	7,3
Эфеса КВС	19	1,9
НСР ₀₅	34,6	3,8

Гибрид	Церкоспороз	
	Р, %	Р, %
Концепта КВС	57	8,1
Андромеда КВС	17	1,9
Азиза КВС	8	0,9
Нэнси	21	3,4
Лимузин	7	0,8
Империал	9	0,9
Молли	14	1,6
Данте	25	3,0
Вентура	13	1,4
Ангус	15	1,9
Тайфун	21	2,4
Мандарин	20	5,1
Новелла	28	3,9
Фронтера	27	3,4
Марино	12	1,4
Шкипер	8	1,1
Мелпроуз	8	0,8
Сидерал	25	3,4
Дануб	16	1,8
Милорд	17	1,9
Си Апел	15	1,7
Си Бадди	19	2,1
Борута	25	2,9
Флората	8	0,9
Спартак	15	1,7
Волга+	19	2,2
Игор+ЗД	19	4,0
Игор+	21	2,8
Живаго	11	1,2
Овид+	8	0,9
Геро+	16	2,1
Френкель+	21	2,9
Воевода+3	31	3,9
Воевода+	41	10,7
BTS590	19	2,2
BTS980	43	6,9
BTS550	16	2,3
BTS665	28	3,7
Митика	23	2,5
Кариока	32	4,2
Мишель	31	3,8
4К446	36	4,5
СМАРТ Джоконда КВС	25	3,3
СМАРТ Каледония КВС	52	10,1

Примечание – Р – распространенность, %; R – развитие, %.

Неблагоприятные погодные условия 2017 г. не способствовали получению высокого урожая корнеплодов и высокого накопления сахара. Средняя урожайность группового стандарта составила 65,5 т/га, сахаристость – 17,0 % и сбор сахара – 10,3 т/га (таблица 4). Развитие церкоспороза носило депрессивный характер, и болезнь не оказала существенного влияния на продуктивность сахарной свеклы. В первую очередь она зависела от генетического потенциала гибрида.

В 2018 г. из 105 гибридов наименее поражаемыми церкоспорозом были Молли и Марино (развитие болезни 9,6–10,0 %). Немного в большей степени поражались Империл+, Аргумент, Шкипер, Пантера, Тайфун, Нэнси, Данте, Лимузин, Вавилов, Дануб (развитие церкоспороза 10,3–11,7 %). На гибридах СМАРТ Каледония КВС, Конус и Максимелла КВС развитие болезни превышало 25 % и составило 25,3; 29,0 и 29,6 % соответственно. На гибридах Ямпол, Мелодия, Мелодия+, Фантазия,

Таблица 4 – Продуктивность гибридов сахарной свеклы в 2017 г.

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор очищенного сахара, т/га
Белполь+	69,7	16,9	10,9
Белполь	65,0	16,9	10,2
Полибел	56,9	17,0	9,0
Нясвіжскі 2	52,3	16,6	8,0
Конус	54,9	16,4	8,3
Смежо	52,6	16,4	8,0
Аргумент+	60,6	17,3	9,8
Аргумент	60,8	16,7	9,5
Скаут+	63,9	17,1	10,2
Скаут	61,7	17,0	9,8
Леопард+	67,0	16,4	10,2
Леопард	62,8	16,8	9,8
Федерика+	66,1	16,6	10,2
Федерика	59,1	16,2	8,9
Крокодил+	69,0	16,8	10,8
Крокодил	67,3	16,9	10,6
Сплендер+	66,5	17,5	10,9
Сплендер	63,6	17,4	10,3
Гулливер+	65,3	16,8	10,3
Гулливер	69,9	17,4	11,4
Скорпион+	63,8	17,1	10,1
Скорпион	61,7	16,6	9,5
Тибул+	65,4	16,8	10,2
Тибул	63,0	17,0	10,0
Ямпол+	66,2	16,8	10,4
Ямпол	59,7	16,8	9,3
Яшек+	63,6	16,7	9,9
Яшек	59,0	16,7	9,1
Мелодия+	62,5	17,0	9,9
Мелодия	67,8	16,5	10,4
Фантазия+	65,6	16,8	10,3
Фантазия	63,2	16,7	9,8
Краян+	62,8	17,5	10,3
Краян	59,7	17,2	9,6
Силезия+	57,6	17,5	9,4
Силезия	60,8	17,3	9,8
Казимира	64,4	16,9	10,1
Константа	64,0	16,7	9,9
Латифа	64,6	17,2	10,3
Максимелла	64,4	17,3	10,4
Алла	66,4	17,2	10,6
Акация	70,4	17,1	11,2
Брависсима	64,1	17,1	10,2
Эфеса	65,6	16,9	10,2
Концепта	60,9	16,5	9,3
Андромеда	70,3	16,8	10,9

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор очищенного сахара, т/га
Азиза	66,4	17,2	10,7
Нэнси	66,2	16,6	10,2
Лимузин	65,7	16,8	10,3
Империл	61,4	17,0	9,7
Молли	67,1	17,1	10,7
Данте	60,3	16,7	9,4
Вентура	70,0	17,2	11,2
Ангус	65,7	16,5	10,0
Тайфун	61,1	17,2	9,8
Мандарин	58,6	17,3	9,5
Новелла	63,4	17,5	10,4
Фронтера	60,9	16,5	9,3
Марино	59,6	16,5	9,1
Шкипер	65,7	17,6	10,8
Мелроуз	67,7	17,1	10,6
Сидерал	58,9	17,0	9,3
Дануб	61,7	17,2	9,9
Милорд	60,6	17,5	9,9
Си Апел	68,7	16,5	10,5
Си Бадди	64,2	16,9	10,1
Борута	63,7	16,7	9,9
Флората	68,5	17,1	10,9
Спартак	77,1	16,6	11,9
Волга+	63,4	16,9	10,0
Игор+	71,5	16,6	11,0
Игор	65,4	16,6	10,1
Живаго	64,5	16,8	10,1
Овид+	66,9	17,1	10,6
Геро+	64,2	17,1	10,2
Френкел+	67,6	17,0	10,7
Воевода+	63,7	17,1	10,1
Воевода	65,7	16,9	10,4
ВТS590	67,7	17,3	10,9
ВТS980	66,8	17,0	10,6
ВТS550	59,3	18,1	10,1
ВТS335	66,7	18,1	11,3
Митика	65,3	17,7	10,8
Кариока	64,4	16,9	10,1
Мишель	64,7	17,2	10,4
Конвизо	60,0	17,0	9,5
87 5K 620	67,0	16,6	10,3
88 6K 644	65,4	16,6	10,1
Среднее	64,0	17,0	10,1
Гр. ст.*	65,5	17,0	10,3

Примечание – *Групповой стандарт.

Краян, Латифа КВС, Кристия КВС, Лаудата развитие болезни было на уровне 21–22 %. Остальные гибриды были поражены церкоспорозом примерно в одинаковой

степени (таблица 5). В условиях умеренно-депрессивного развития болезни 2 гибрида (Молли и Марино) были устойчивыми к церкоспорозу. Абсолютное большинство

Таблица 5 – Пораженность гибридов сахарной свеклы церкоспорозом в 2018 г.

Гибрид	Церкоспороз	
	P, %	R, %
Белполь	100	21,7
Полибел	96	16,4
Янка	98	17,4
Янка+	99	15,9
Яносик	97	17,3
Яносик+	96	16,0
Ямпол	99	20,2
Ямпол+	100	17,9
Могикан	100	19,4
Максимелла КВС	100	29,6
Мелодия	100	21,0
Мелодия+	100	22,1
Фантазия	98	21,5
Фантазия+	99	18,2
Краян	96	21,0
Краян+	100	17,1
Силезия	100	15,2
Силезия+	96	19,1
А 13093	100	18,8
Мишель	100	17,3
Митика	97	15,8
Кариока	98	15,6
Нясвіжскі 2	97	12,6
Смежо	100	15,3
Конус	100	29,0
Портланд	100	16,8
Хамбер	100	16,3
BTS 1965	97	14,5
BTS 1970	91	13,1
BTS 590	100	18,0
BTS 665	100	14,3
BTS 980	98	17,6
Саплица	100	14,5
Алдона	100	14,9
Завиша	100	16,5
Империл+	88	11,3
Сплендор	96	12,7
Сплендор+	100	12,6
Леопард	94	13,3
Леопард+	96	12,5
Эксперт	97	13,4
Эксперт+	100	16,5
Рино+	100	13,8
Крокодил+	100	17,0
Скорпион	100	16,4
Аргумент	100	10,3
Молли	93	9,6
Шкипер	94	10,7
Мандарин	100	14,2
Пантера	96	10,6
Тайфун	97	11,0
Нэнси	98	10,7
Марино	95	10,0
НСР ₀₅	75,4	13,4

Гибрид	Церкоспороз	
	P, %	R, %
Данте	97	11,3
Лимузин	99	11,5
Мелроуз	93	12,4
Азиза КВС	99	13,3
Брависсима КВС	100	17,9
Андромеда КВС	97	14,9
Латифа КВС	100	21,8
Родерика КВС	100	16,6
Алла КВС	100	13,9
Кристия КВС	100	20,9
Эфеса КВС	98	14,1
Концепта КВС	100	17,8
Максимелла+ КВС	100	19,5
Ливада КВС	100	15,4
Акация КВС	100	15,4
Казимира КВС	100	16,0
Констанция+ КВС	98	17,1
СМАРТ Джаконда КВС	100	14,9
СМАРТ Каледония КВС	100	25,3
Тибул	100	19,6
Тибул+	99	15,5
Скаут	100	17,9
Скаут+	100	15,0
Игор	100	14,9
Игор+	100	14,9
Королев	100	17,3
Королев+	99	14,6
Менделеев	100	15,4
Менделеев+	100	13,9
Геро	100	17,0
Пушкин	98	16,3
Гулливер	100	15,0
Ламарк	99	13,6
Вавилов	96	11,7
Овид	100	15,9
Гуннар	100	12,6
Дануб	97	11,6
Ангус	100	14,8
Ардамакс	100	17,4
Милорд	98	15,7
Урал	99	17,5
Курлис	96	15,4
Сидерал	100	19,9
Ситон	100	13,5
Триада	100	14,3
Борута	100	14,8
Лаудата	100	21,5
Алегра	100	15,2
Си Бадди	100	13,5
Си Апел	100	17,4
Спартак	98	14,5
Воевода+	97	17,9

Примечание – P – распространенность, %; R – развитие, %.

Таблица 6 – Продуктивность гибридов сахарной свеклы в 2018 г.

Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор очищенного сахара, т/га	Гибрид	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор очищенного сахара, т/га
Белполь	66,0	17,9	11,1	Брависсима	67,9	18,4	11,7
Полибел	65,4	18,2	11,1	Андромеда	73,3	18,2	12,5
Янка	65,6	17,9	10,9	Латифа КВС	70,0	18,8	12,3
Янка+	69,4	18,2	11,8	Родерика	75,0	18,1	12,7
Яносик	62,6	18,3	10,7	Алла КВС	68,0	18,4	11,7
Яносик+	67,7	18,1	11,5	Кристия	73,1	17,4	11,9
Ямпол	66,4	17,7	11,0	Эфеса	67,4	17,8	11,2
Ямпол+	63,7	18,0	10,7	Концепта	73,0	17,9	12,2
Мелодия	64,6	18,4	11,1	Максимелла+	66,8	18,7	11,7
Мелодия+	68,6	17,8	11,4	Ливада	77,5	18,4	13,4
Фантазия	65,8	18,2	11,2	Акация	77,5	18,4	13,4
Фантазия+	66,2	18,3	11,3	Казимира	70,8	18,0	11,9
Краян	66,3	18,3	11,4	Констанция+	70,6	18,9	12,5
Краян+	66,5	18,3	11,4	Джаконда	75,6	18,2	12,9
Силезия	65,4	18,5	11,3	Каледония	70,5	18,3	12,0
Силезия+	63,4	18,4	11,0	Тибул	68,5	18,2	11,7
А 13093	64,8	18,2	11,0	Тибул+	69,2	17,9	11,6
Мишель	62,7	17,9	10,5	Скаут	67,1	19,0	11,9
Митика	68,1	17,3	11,0	Скаут+	63,3	18,7	11,1
Кариока	67,1	18,1	11,3	Игор	64,0	17,9	10,7
Нясвіжскі 2	56,3	17,9	9,4	Игор+	64,0	17,9	10,7
Смежо	59,3	17,8	9,8	Королев	67,7	18,5	11,8
Конус	60,8	17,4	8,0	Королев+	67,6	18,5	11,7
Портланд	63,4	18,1	10,7	Менделеев	68,0	18,3	11,6
Хамбер	64,2	18,4	11,0	Менделеев+	72,2	18,3	12,4
BTS1965	77,3	18,0	13,0	Геро	72,2	18,3	12,4
BTS1970	76,6	17,9	12,8	Пушкин	64,0	18,4	11,0
BTS590	73,0	18,4	12,5	Гулливер	66,1	18,9	11,7
BTS665	76,1	19,1	13,6	Ламарк	61,6	18,0	10,4
BTS980	71,4	18,4	12,3	Вавилов	65,8	17,8	11,0
Алдона	69,9	18,0	11,8	Овид	65,8	17,8	11,0
Завиша	73,6	17,6	12,1	Гуннар	67,3	18,2	11,4
Саплица	58,1	17,5	9,5	Воевода+	74,0	18,3	12,7
Империл+	71,2	17,9	11,9	Дануб	65,6	18,4	11,3
Сплендор	66,4	18,6	11,6	Анкус	69,4	17,9	11,6
Сплендор+	69,5	18,9	12,4	Ардамакс	69,4	17,9	11,6
Леопард	67,9	17,9	11,4	Милорд	68,4	18,5	11,8
Леопард+	69,3	17,7	11,5	Урал	69,2	18,3	11,9
Эксперт	67,4	19,0	12,0	Курлис	70,1	18,2	11,9
Эксперт+	66,3	18,0	11,2	Сидерал	70,1	18,2	11,9
Рино+	69,6	18,1	11,7	Сигон	75,8	18,5	13,1
Крокодил+	71,5	17,8	11,9	Триада	66,1	17,8	11,0
Скорпион	71,6	18,4	12,3	Борута	64,3	17,9	10,8
Аргумент	63,0	19,0	11,2	Лаудата	74,9	17,4	12,1
Молли	64,4	18,3	11,0	Алегра	69,7	18,2	11,9
Могикан	64,7	18,2	11,0	Си Бадди	65,1	18,1	11,0
Шкипер	70,8	18,4	12,2	Си Апель	65,1	18,1	11,0
Мандарин	63,9	18,8	11,3	Спартак	68,0	17,4	11,0
Пантера	63,9	18,0	10,7				
Тайфун	66,4	18,6	11,6	Гр. ст.*	65,8	18,4	11,3
Ненси	66,7	18,2	11,4	НСП ₀₅	4,3	0,8	
Марино	67,7	17,9	11,3	S _x , %	2,3	1,5	
Данте	69,1	18,4	11,9				
Лимузин	70,1	18,3	12,0				
Мелроуз	68,6	18,8	12,1				
Азиза	67,2	18,6	11,7				

Примечание – *Групповой стандарт.

гибридов (100 или 95,2 %) характеризовались как относительно устойчивые и 3 (Конус, Максимелла+ КВС, СМАРТ Каледония КВС) – толерантные к болезни.

В сложных погодных условиях 2018 г. уровень урожайности гибридов составил порядка 60–70 т/га, что несколько ниже их биологического потенциала. Содержание сахара в корнеплодах было выше, чем в предыдущем году – 18,4 % (таблица 6). Умеренно-депрессивное развитие церкоспороза не повлияло на показатели урожайности и сахаристости гибридов.

Таким образом, стабильно высокой устойчивостью к церкоспорозу характеризуются гибриды Аргумент, Империял, Лимузин, Марино, Молли, Ненси, Данте, Вентура, Шкипер, Пантера, Тайфун, Флората и др., низкой – Ардамакс, Логан, Сидерал, Воевода, СМАРТ Каледония КВС, Латифа КВС, Максимелла КВС, Концепта КВС, Белполь, BTS590, BTS980.

УДК 633.63:632.51

Эффективность применения гербицидов и адъювантов в посевах сахарной свеклы в ЦЧР РФ

О. В. Гамуев, В. М. Вилков

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

Перспективным направлением современной послеуборочной системы защиты сахарной свеклы от сорной растительности, ведущим к снижению её затратности и повышению экологической безопасности, является уменьшение норм применения химических препаратов за счет увеличения их биологической эффективности при совместном использовании со стимуляторами гербицидного действия – адъювантами [2, 5].

Послеуборочное внесение гербицидов включает внесение по вегетирующим сорнякам противодвудольных, противозлаковых и противоосотных гербицидов [4, 6].

В исследованиях установлено значительное усиление гербицидной активности препарата Пантера при совместном внесении с Адью на сахарной свекле, что позволило уменьшить норму расхода гербицида на 20 % без снижения его биологической эффективности [1].

Адъювант Адью (действующее вещество – этоксилят изодецилового спирта) – неионогенное поверхностно-активное вещество (900 г/л), является усилителем активности гербицидов. Добавление адъюванта Адью в рабочую жидкость гербицидов позволяет достигать более высокой эффективности в борьбе с сорняками, особенно при неблагоприятных условиях, и снижать норму расхода препаратов. Норма расхода Адью – 0,2 л/га при расходе рабочей жидкости гербицида 200 л/га [3].

Сильвет Голд – универсальный органосиликоновый суперсмачиватель для повышения хозяйственной и биологической эффективности средств защиты растений и удобрений. Улучшает покрытие растений рабочей жидкостью, делает опрыскивание более надежным и стойким к смыванию осадками, улучшает проникновение препарата в листовые пластинки сорных растений, позволяет снизить объемы рабочей жидкости [7].

В 2014–2016 гг. во Всероссийском НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова были проведены исследования по установлению эффективности сни-

Литература

1. Жученко, А. А. Роль генетической инженерии в адаптивной системе селекции растений [Электронный ресурс] / газета "Биология". – 2007. – № 3. – Режим доступа: <http://bio.1september.ru/article.php?ID=200700301>. – Дата доступа: 27.02.2014.
2. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы / А. А. Жученко // Академия наук МССР, Ин-т экологической генетики. – Кишинев: Штиинца, 1990. – 432 с.
3. Методика исследований по сахарной свекле / ВНИСС. – Киев, 1986. – 71 с.
4. Стогниенко, О. И. Устойчивость сахарной свеклы к церкоспорозу и отбор исходных селекционных форм в условиях ЦЧР: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.05, 06.01.11 / О. И. Стогниенко; ВНИИСС имени А. Л. Мазлумова, РАСХН. – Рамонь, 2007. – 26 с.
5. Фрадкина, Д. Л. Изучение сортов на устойчивость к болезням / Д. Л. Фрадкина // Сахарная свекла. – 1985. – № 8. – С. 38–39.

женных норм гербицидов различного спектра действия (бетаналов, граминицидов и Лонтрела) при комбинации с адъювантами Сильвет Голд и Адью.

Опыты закладывали в звене севооборота: клевер – озимая пшеница – сахарная свекла в трехкратной повторности. Размер посевной делянки составил 33,3 м², учетной – 10 м². Гербициды вносили в вечернее время при отсутствии ветра и температуре воздуха ниже 25 °С. Обработку проводили ранцевым опрыскивателем со штангой, одновременно обрабатывали шесть рядков свеклы. Расход рабочей жидкости составил 200 л/га, норма внесения адъюванта Сильвет Голд – 0,1 л/га, Адью – 0,2 л/га. В вариантах 4–6 и 7–11, где применялись ПАВ, расход используемых гербицидов был снижен на 10, 20, 30 и 40 %.

Схема опыта включала следующие варианты.

1. Контроль (без гербицидов и прополки).
2. Эталон (ручная прополка сорняков).
3. Бетанал Эксперт ОФ (1 л/га) – первая обработка; Бетанал 22 (1 л/га) + Карибу (0,03 кг/га) + Пантера (1,0 л/га) – вторая обработка; Карибу (0,03 кг/га) + Лонтрел (0,3 л/га) – третья обработка.
4. Бетанал Эксперт ОФ (0,9 л/га) + Адью (0,2 л/га) – первая обработка; Бетанал 22 (0,9 л/га) + Карибу (0,027 кг/га) + Пантера (0,9 л/га) + Адью (0,2 л/га) – вторая обработка; Карибу (0,027 л/га) + Адью (0,2 л/га) – третья обработка.
5. Бетанал Эксперт ОФ (0,8 л/га) + Адью (0,2 л/га) – первая обработка; Бетанал 22 (0,8 л/га) + Карибу (0,023 кг/га) + Пантера (0,8 л/га) + Адью (0,2 л/га) – вторая обработка; Карибу (0,023 л/га) + Лонтрел (0,24 л/га) + Адью (0,2 л/га) – третья обработка.
6. Бетанал Эксперт ОФ (0,7 л/га) + Адью (0,2 л/га) – первая обработка; Бетанал 22 (0,7 л/га) + Карибу (0,02 кг/га) + Пантера (0,7 л/га) + Адью

- (0,2 л/га) – вторая обработка; Карибу (0,02 л/га) + Лонтрел (0,2 л/га) + Адью (0,2 л/га) – третья обработка.
7. Бетанал Эксперт ОФ (0,6 л/га) + Адью (0,2 л/га) – первая обработка; Бетанал 22 (0,6 л/га) + Карибу (0,018 кг/га) + Пантера (0,6 л/га) + Адью (0,2 л/га) – вторая обработка; Карибу (0,018 кг/га) + Лонтрел (0,18 л/га) + Адью (0,2 л/га) – третья обработка.
 8. Бетанал Эксперт ОФ (0,9 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – первая обработка; Бетанал 22 (0,9 л/га) + Карибу (0,027 кг/га) + Пантера (0,9 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – вторая обработка; Карибу (0,027 кг/га) + Лонтрел (0,27 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – третья обработка.
 9. Бетанал Эксперт ОФ (0,8 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – первая обработка; Бетанал 22 (0,8 л/га) + Карибу (0,024 кг/га) + Пантера (0,8 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – вторая обработка; Карибу (0,024 кг/га) + Лонтрел (0,24 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – третья обработка.
 10. Бетанал Эксперт ОФ (0,7 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – первая обработка; Бетанал 22 (0,7 л/га) + Карибу (0,021 кг/га) + Пантера (0,7 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – вторая обработка; Карибу (0,021 кг/га) + Лонтрел (0,2 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – третья обработка.
 11. Бетанал Эксперт ОФ (0,6 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – первая обработка; Бетанал 22 (0,6 л/га) + Карибу (0,018 кг/га) + Пантера (0,6 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – вторая обработка; Карибу (0,018 кг/га) + Лонтрел (0,18 л/га) + Сильвет Голд (0,1 л/га) – третья обработка.

Определение массы 100 проростков свеклы и степени поражения их корнеедом после внесения Бетанала Эксперт ОФ по вариантам опыта показало, что этот показатель варьировал в пределах 127,6–132,1 г, не проявляя определенной закономерности. Распространенность корнееда в годы исследований была незначительной и в среднем составила 21,3–26,3 %. Вместе с тем наблюдалась тенденция некоторого увеличения количества затронутых болезнью всходов (на 1,0–2,3 %) при относительно высоких (полной и пониженной на 10 %) нормах внесения гербицида Бетанал Эксперт ОФ. При

этом развитие корнееда характеризовалось незначительными величинами – 7,2–8,4 %.

Экспериментальные данные по динамике нарастания массы листьев и корнеплодов позволяют сделать заключение об отсутствии существенного влияния разных норм внесения гербицидов на темпы роста свекловичных растений (таблица 1). Масса ботвы и корнеплодов во все сроки определений незначительно отличалась от контрольных показателей. Однако уже к середине августа наметилась устойчивая тенденция к снижению остаточной засоренности, особенно в вариантах 7 и 11 с пониженной на 40 % нормой применения гербицидов, и недостаточной (менее 90 %) степенью подавления сорняков. В сентябре наблюдалось существенное замедление темпов нарастания массы корнеплодов – на 13–17 г по отношению к контролю (при НСР₀₅ – 8,4 г).

Засоренность посевов сахарной свеклы в годы исследований была высокой и в среднем по количеству сорных растений превышала 150 шт./м². В структуре засоренности доминирующее положение (более 2/3) занимали малолетние двудольные сорняки. Ежегодно в посевах культуры присутствовали различные виды щирицы и горцев, марь белая, подмаренник цепкий. В небольших количествах встречались ярутка, пикульник, ромашка, пастушья сумка, яснотка и фиалка. Совсем редко – просвирник, из злаковых – некоторые виды мышия и куриное просо.

В 2015 г. в незначительном количестве (0,2–0,4 шт./м²) появлялись осот розовый и желтый. Расчет биологической эффективности показал, что на фоне пониженных на 10 и 20 % норм гербицидов при их совместном применении с адьювантами (варианты 4, 5, 8 и 9) было уничтожено 96,4–97,6 % широколистных сорных растений, что превышает 95 % уровень пороговой вредоносности и практически равнозначно по эффективности варианту 3 с установленными нормами использования бетаналов (таблица 2). При уменьшении норм расхода гербицидов противодвудольного спектра действия на 30 % наблюдалась устойчивая тенденция к снижению биологической эффективности препаратов, а сокращение расхода гербицидов на 40 % привело к значительному (до 90,9–93,4 %) уменьшению гибели двудольных сорных растений.

Таблица 1 – Динамика нарастания массы листьев и корнеплодов сахарной свеклы (2014–2016 гг.)

Вариант	Масса, г/растение							
	листья				корнеплоды			
	15.06	15.07	15.08	15.09	15.06	15.07	15.08	15.09
1	15,2	87	98	131	1,1	53	98	127
2	15,1	176	387	365	1,2	99	287	438
3	15,4	195	384	361	1,3	96	277	432
4	14,9	198	389	373	1,1	102	281	431
5	15,1	184	386	367	1,2	88	295	436
6	15,7	191	389	368	1,2	92	286	428
7	15,4	193	401	377	1,3	93	278	425
8	15,3	187	407	373	1	97	276	436
9	15,3	189	394	368	1,1	95	279	431
10	15,1	197	396	371	1,3	95	298	433
11	14,7	187	389	357	1,2	100	280	421
НСР ₀₅	0,7	10,5	12,1	11,2	0,2	7,3	9,8	8,4

Таблица 2 – Биологическая эффективность системы защиты сахарной свеклы от сорняков (2014–2016 гг.)

Вариант	Количество сорняков, шт./м ²							Гибель, %	
	1-й учет	2-й учет		3-й учет		4-й учет			
	двудольные	двудольные	злаковые	двудольные	злаковые	двудольные	злаковые	двудольные	злаковые
1	63	67	37	77	49	78	56	+1,1	+1,8
2	66	31	32	3	2	2	2	–	–
3	62	34	33	18	17	2	1	97,3	98,0
4	61	36	27	22	17	3	1	97,1	98,8
5	65	34	30	20	17	3	1	97,5	97,8
6	63	38	21	20	14	6	2	94,7	94,3
7	61	42	21	20	15	8	4	93,5	90,0
8	59	34	20	21	12	3	1	97,4	96,9
9	58	32	23	22	14	4	1	96,5	97,3
10	68	38	21	21	17	7	2	94,5	94,7
11	63	37	22	21	17	11	3	91,0	93,3

Снижение норм расхода граминцида Пантера на 10–30 % при совместном применении с адъювантами также привело к значительному снижению эффективности препарата, особенно по действию на куриное просо. Существенных различий по стимулированию гербицидного действия между адъювантами Сильвет Голд и Адыо не установлено.

Недостаточная степень уничтожения сорняков при внесении пониженных на 30–40 % норм внесения гербицидов привела к значительным потерям урожая корнеплодов. В вариантах 7 и 11 снижение урожайности сахарной свеклы составило 4,2–5,0 т/га по отношению к эталонному показателю (вариант 3). Довольно значительным (3,3–3,8 т/га) (таблица 3) был недобор урожая при внесении на 30 % сокращенных норм расхода химических препаратов. При 95 % и более уровне гибели однолетних двудольных и злаковых сорняков урожайность корнеплодов сахарной свеклы не уменьшалась (41,6 т/га в контроле и 41,5–42,1 т/га в вариантах со сниженными на 10 и 20 % нормами расхода гербицидов). Следовательно, незначительная остаточная засоренность массой 34,6–71,4 г/м² на этих делянках не оказала существенного отрицательного влияния на процесс формирования урожая культуры. В вариантах как с полной, так и сокращенной нормой гербицидов не было отмечено достоверных изменений сахаристости корнеплодов сахарной свеклы.

Таким образом, использование сниженных на 10 и 20 % норм расхода послевсходовых гербицидов различного спектра действия в сочетании с адъювантами Сильвет Голд (0,1 л/га) и Адыо (0,2 л/га) при трехкратной химической обработке обеспечивало эффективную защиту сахарной свеклы от сорной растительности при любом уровне и структуре засоренности. Это позволило на 20 % уменьшить расход гербицидов, на 1690–1780 руб./га снизить затраты материальных средств и в 1,3–1,4 раза сократить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Литература

1. Гамуев, В. В. Способ снижения расхода гербицидов при обработке сахарной свеклы / В. В. Гамуев, Ю. В. Баранов // Сахарная свекла. – 2013. – № 3. – С. 29–31.
2. Захаренко, В. А. Ресурсосбережение в защите растений / В. А. Захаренко // Защита и карантин растений. – 2009. – № 11. – С. 4–9.

Таблица 3 – Продуктивность сахарной свеклы (2014–2016 гг.)

Вариант	Густота насаждения, тыс. растений/га	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
1	91,7	18,6	18,3	3,38
2	88,6	41,6	18,5	7,70
3	91,7	42,0	18,6	7,81
4	89,7	41,5	18,5	7,68
5	90,8	41,3	18,5	7,64
6	32,2	38,2	18,5	7,07
7	89,0	37,0	18,5	6,84
8	88,5	41,7	18,6	7,76
9	92,2	42,1	18,5	7,83
10	92,2	38,7	18,6	7,20
11	91,3	37,8	18,5	6,99
HCP ₀₅	5,4	2,7	0,28	–

3. Котляров, Д. В. Физиологически активные вещества в агротехнологиях / Д. В. Котляров, В. В. Котляров, Ю. П. Федулов. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 224 с.
4. Полевщиков, С. И. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от основной обработки почвы, применения удобрений и гербицидов в северо-восточной части ЦЧЗ / С. И. Полевщиков, В. А. Воронцов, А. В. Тафинцев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2010. – № 2. – С. 79–82.
5. Прищепа, И. А. Совместное применение гербицидов, удобрений и ПАВ / И. А. Прищепа // Защита и карантин растений. – 2003. – № 3. – С. 26–27.
6. Юхин, И. П. Особенности применения гербицидов при возделывании сахарной свеклы в Башкортостане / И. П. Юхин, Р. С. Кираев, Р. Х. Халилов // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 3 (69). – С. 48–50.
7. Сильвет Голд. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www. agroprogress.org/products/specialnie-preparati/silvet-gold](http://www.agroprogress.org/products/specialnie-preparati/silvet-gold). – Дата доступа: 01.05.2019 г.

Расширение роли сложных и сопряженных болезней сахарной свеклы

О. И. Стогниенко, Е. С. Стогниенко

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

В последние годы на фоне изменяющихся погодных условий расширилась роль сложных инфекций (коинфекций) сахарной свеклы, вызываемых патоконкомплексом (комплексом патогенов) из разных царств живой природы. Патоконкомплекс – совокупность патогенных организмов, вызывающих сложные болезни конкретного вида растений (органа), среди которых есть явные доминанты и второстепенные виды [8]. Все это происходит на фоне стрессовых (температурный, гербицидный) условий для сахарной свеклы. Согласно теории сопряженности патологических процессов, которую сформулировал М. С. Дунин [2], некоторые инфекционные болезни растений являются следствием воздействия абиотических и биотических факторов. Сопряженные болезни – это болезни, вредоносность которых усиливается внешними факторами [3]. Болезни дефицитного состояния провоцируют инфекционные болезни. Так, дефицит бора у сахарной свеклы способствует образованию дупла в головке корнеплода, вторично в дупле начинают развиваться возбудители гнилей, вследствие чего возникает гниль сердечка и головки корнеплода [5]. Дефицит бора способствует также развитию зональной пятнистости листьев и сухой гнили корнеплодов (*Phoma betae*) [4].

Патоконкомплекс гнилей корнеплодов сахарной свеклы изменялся (таблица) под воздействие погодных факторов: в условиях достаточной влагообеспеченности доминировал *F. solani*, вызывая фузариозные гнили, ему сопутствовали с разной частотой встречаемости и другие виды рода *Fusarium* (*F. affine* Fautrey & Lambotte, *F. argillaceum*, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. equiseti* (Corda) Sacc., *F. coeruleum* Lib. ex Sacc., *F. sambucinum* v. *sambucinum* Fuckel) и *Gliocladium* Corda. В засушливых условиях преобладал *F. oxysporum*, который способствовал развитию фузариозного увядания.

В патоконтакте гнилей сахарной свеклы увеличивалась доля *Aspergillus* sp., *T. viride*, *Penicillium* sp. Переход отдельных видов грибов (*A. alternata*, *R. stolonifer*),

проявляющих в благоприятных условиях очень слабые свойства патогенов, в разряд доминирующих и частых возбудителей гнилей корнеплодов обусловлен их переходом в этот же разряд в почвенном микоконтакте в результате погодно-климатических условий.

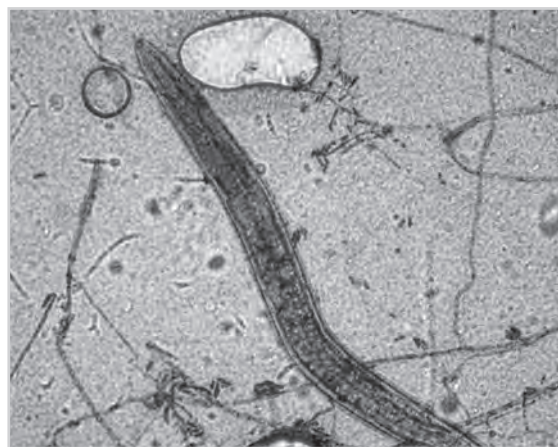
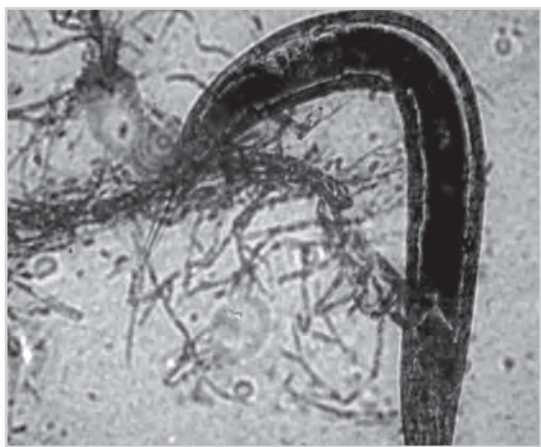
В 2011–2012 гг. началось увеличение частоты встречаемости бактериальной инфекции в патогенном комплексе гнилей корнеплодов сахарной свеклы. К 2013 г. выявлено повсеместное распространение смешанной микозно-бактериозной хвостовой гнили в ЦЧР, вызываемой комплексом патогенов: грибы – *F. oxysporum*, *A. alternata*, им сопутствовали *B. cinerea*, *Mucor* sp., *R. stolonifer*, *Sclerotium* sp. и бактерии *Pectobacterium carotovorum*. При более сильном увядании хвостовой части корнеплода добавлялись *Bacillus mesentericus* и *B. mycoides*, *Xanthomonas arboricola*, *Pantoea agglomerans*, *Pseudomonas marginalis*, *Ps. viridiflava*. Распространенность болезни в южной части ЦЧР доходила до 100 %.

Фузариозные гнили корнеплодов сахарной свеклы, возбудителями которых являются раневые патогены – грибы рода *Fusarium*, зачастую начинаются вследствие механического повреждения корнеплодов при междурядной обработке, при растрескивании корнеплодов, при обрыве мелких корешков из-за растрескивания почвы. Мицелий грибов из ризосферной почвы проникает в ранки и трещинки и вызывает гнили. Имеются сведения [1] о корреляции между повреждениями нематодами и фузариозным увяданием культурных растений (картофель, томат, соя, люцерна, горох, хлопчатник).

Микологический мониторинг почвы (Курская обл.) предшественника сахарной свеклы выявил сочетание пред-предшественника и предшественника, увеличивающих численность фузариев и нематод в почве (кукуруза – кукуруза, соя – соя, арахис – соя). Сочетания соя – соя и арахис – соя наиболее неблагоприятные в структуре севооборота, вследствие наибольшего видового разнообразия нематод и высокой численности *Fusarium*

Патоконтакты гнилей корнеплодов (2004–2016 гг.)

Год	Доминирующие	Частые	Редкие	Случайные
2004	<i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i>		<i>Mortierella</i> sp., <i>F. equiseti</i> , <i>F. argillaceum</i> , <i>F. coeruleum</i> , <i>F. sambucinum</i> v. <i>sambucinum</i>	<i>F. affine</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>Mucor</i> sp.
2005–2008	<i>F. solani</i> , <i>F. oxysporum</i>	<i>Gliocladium</i> sp.	<i>F. affine</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. sambucinum</i> v. <i>sambucinum</i>	<i>F. avenaceum</i> , <i>F. coeruleum</i> , <i>R. solani</i>
2009	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. oxysporum</i> v. <i>ortoceras</i>	<i>Penicillium</i> sp.	<i>R. solani</i>
2010–2014	<i>F. oxysporum</i> , <i>F. solani</i> , <i>R. stolonifer</i>	<i>A. alternata</i>	<i>Mucor</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>F. equiseti</i>	<i>Gliocladium</i> sp., <i>T. viride</i> , <i>R. solani</i> , <i>Penicillium</i> sp.
2015	<i>F. oxysporum</i> , <i>R. stolonifer</i>	<i>Acremonium</i> sp.	<i>Mucor</i> sp., <i>F. equiseti</i> , <i>Penicillium</i> sp.	
2016	<i>F. solani</i> , <i>F. oxysporum</i>		<i>F. equiseti</i>	



Отпечаток почвы: нематода, конидии и мицелий грибов *Fusarium* sp.

solani и *F. oxysporum* (рисунок). Предположительно роль фитонематод в развитии фузариоза корневой системы сахарной свеклы заключается в том, что фитонематоды могут прокалывать небольшие корешки и корневые волоски для питания, в открытые раны следом проникает мицелий грибов, в основном *Fusarium*. Это объясняет высокую распространенность фузариозных гнилей.

В наших исследованиях в 2012–2014 гг. установлен еще один фактор сопряженного развития болезней сахарной свеклы: влияние контаминантной и ассоциированной микробиоты внутрискелетных вредителей – свекловичного долгоносика-стеблееда (*Lixus subtilis*) и свекловичной минирующей моли (*Gnorimoschema ocelatella*). При повреждении черешка происходит переход грибов (*Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*) и бактерий с покровных тканей вредителей в ткани растения, что вызывает увядание черешков, а впоследствии – и всего растения. Комплексы доминирующих патогенов: в обоих ценозах – бактерии, которые попадают с покровных тканей личинок и гусениц, из экскрементов в ткани черешков сахарной свеклы; в ценозе «поврежденные ткани черешка – личинка долгоносика-стеблееда» частые ассоциированные с вредителем виды грибов *A. alternata*, *F. oxysporum*, попадая в ткани растения, становятся доминирующими. В ценозе «поврежденные ткани корнеплода и черешка – гусеница свекловичной минирующей моли» таковыми являются *F. oxysporum* и *F. oxysporum* v. *ortoceras*, которые способны системно поражать растения, а токсины, выделяемые ими, – транспортироваться по сосудам растения и вызывать общее

увядание не только надземной части, но и корневой системы. Комплекс бактерий и токсинообразующих грибов, вызывающих поражение сосудов, дает эффект скоростной гибели растений сахарной свеклы при засушливых и жарких погодных условиях [6, 7].

Литература

1. Деккер, Х. Нематоды растений и борьба с ними / Х. Деккер. – М.: «Колос», 1972. – 444 с.
2. Дунин, М. С. Иммуногенез и его практическое использование / М. С. Дунин. – Рига: Латгосиздат, 1946. – 144 с.
3. Попкова, К. В. Общая фитопатология / К. В. Попкова. – М.: Дрофа, 2005. – 445 с.
4. Попова, И. В. Болезни сахарной свеклы / И. В. Попова; худ. В. С. Знаменский. – М.: Россельхозиздат, 1968. – 80 с.
5. Стогниенко, О. И. Болезни сахарной свеклы, их возбудители. Иллюстрированный справочник / О. И. Стогниенко, Г. А. Селиванова. – Воронеж: Антарес, 2008. – 112 с.
6. Стогниенко, О. И. Внутрискелетные вредители сахарной свеклы – агенты взаимодействия между царствами растений и грибов / О. И. Стогниенко, Е. С. Стогниенко / Материалы VII Всерос. микологической школы-конф. с межд. участием «Биотические связи грибов: мосты между царствами». – М.: МГУ, 2015 (6). – С. 225–226.
7. Стогниенко, О. И. Роль абиотических и биотических факторов в патологическом процессе и формировании комплекса возбудителей увяданий сахарной свеклы / О. И. Стогниенко, А. И. Воронцова, Е. С. Стогниенко // Защита и карантин растений. – 2017. – № 4. – С. 42–44.
8. Стогниенко, О. И. Патокомплексы микробиоты сахарной свеклы и методы снижения их вредоносности в ЦЧР России: дисс. ... доктора биол. наук: 06.01.07 / О. И. Стогниенко. – Москва, 2018. – 475 с.

УДК 632.931.1:632.4.01/08

Относительное обилие видов *Fusarium* sp. в почвах свекловичных агроценозов ЦЧР в зависимости от способов основной обработки и фона удобрённости

А. А. Шамин, О. И. Стогниенко

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

Преимущественной средой обитания почвенных микроскопических грибов рода *Fusarium* являются растительные остатки, отмершие корни и ризосфера расте-

ний, где они интенсивно размножаются [1]. *Fusarium* sp. являются факультативными паразитами высших растений. Проникая в корневую систему через трещины, по-

вреждения обрабатываемыми орудиями и нематодами, обрывы мелких боковых корешков, что часто случается во время засухи, они поражают растение. Ослабленные неблагоприятными погодными условиями растения менее устойчивы к проникновению грибов в ткани корнеплодов [2, 4]. В Центральном Черноземье наиболее распространены корневые фузариозной этиологии и фузариозная гниль корнеплодов [3, 5]. Поэтому анализ количественных показателей видовой структуры грибов рода *Fusarium* может служить индикатором фитосанитарного состояния агроценоза и критерием оценки качества приемов агротехники. Одним из таких показателей может служить относительное обилие вида.

Относительное обилие видов (ОВ) – число особей вида (группы видов) относительно других видов или их групп в том же сообществе, т. е. характеризует роль вида в агроценозе [6].

Исследования проводили в паровом звене (пар, озимая пшеница, сахарная свекла, яровые зерновые) 9-польного стационарного севооборота. В 2-факторном полевом опыте изучено 3 типа обработки почвы: глубокая зяблевая вспашка, плоскорезная обработка почвы и комбинированная обработка (глубокая зяблевая вспашка под свеклу и плоскорезная в остальных полях севооборота); 3 фона удобрений, 2) средний фон удобрений ($N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$ т навоза на 1 га севооборотной площади), 3) высокий фон удобрений ($N_{62}P_{62}K_{62} + 11$ т навоза на 1 га севооборотной площади).

В 2010 г. в начале вегетации обилие видов *Fusarium* sp. при плоскорезном способе обработки было наибольшим (55–75 %). На высоком фоне удобрений одного только *F. oxysporum* ОВ составило 50 %. Это связано главным образом с большим количеством растительных остатков в верхнем слое почвы, служащих питательной базой для *Fusarium* sp. (рисунок 1).

При отвальной вспашке обилие видов снижалось от фона без удобрений к фону $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$ т навоза на 1 га севооборотной площади. На высоком фоне удобрений обилие *Fusarium* sp. было наименьшим (30 %), а на фоне без удобрений наибольшим (53 %). Это отразилось и на динамике распространения корневых фузариозов при отвальной вспашке, которая изменялась таким же образом.

При комбинированной обработке обилие видов *Fusarium* sp. было минимальным (11,6–52 %), что, по всей видимости, связано с более бедной питательной средой, чем при плоскорезной обработке, и меньшей рыхлостью почвы, чем при отвальной вспашке. На среднем фоне удобрений наблюдался пик обилия вида *F. oxysporum* (38 %).

Начало вегетации 2011 г. было менее благоприятным по гидротермическим условиям (ГТК – 0,8), поэтому величина обилия видов *Fusarium* sp. изменилась (рисунок 2).

Изменилась динамика ОВ *Fusarium* sp. на высоких фонах удобрений, оно стало наибольшим при всех способах обработки, а в варианте с плоскорезной обработкой и высоким фоном удобрений отмечено максимальное его значение – 56,3 %. Обилие видов *Fusarium* sp. сравнивалось между вариантами (25,9–56 %). На средних фонах удобрений ОВ *Fusarium* sp. стало минимальным, особенно в варианте с комбинированной обработкой (25,9 %). ОВ наиболее вредоносного вида *F. oxysporum* было наименьшим при отвальной вспашке на среднем фоне удобрений (12 %).

Период развития корневых фузариозов в 2012 г. сопровождался неблагоприятными погодными условиями (ГТК – 0,2), отразившимися на обилии видов *Fusarium* sp., которое

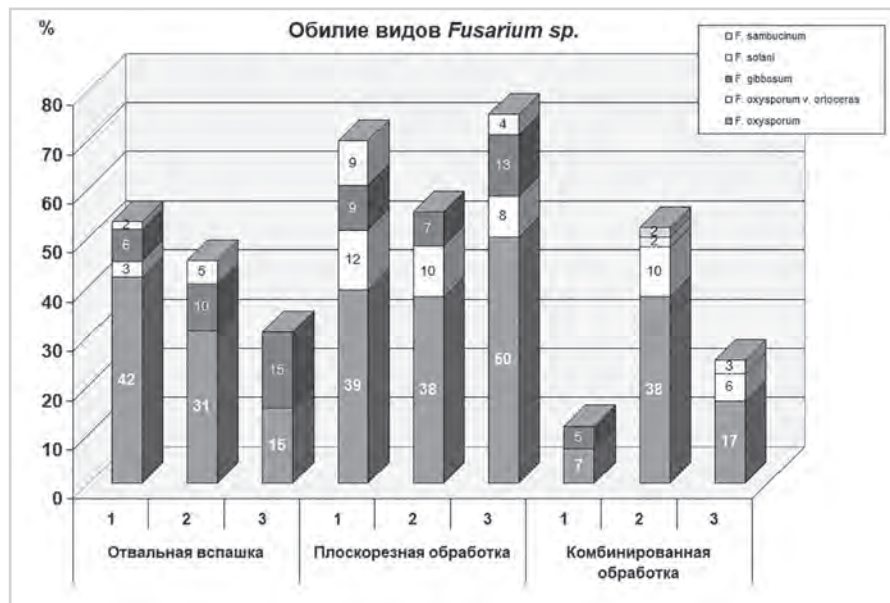


Рисунок 1 – Обилие видов *Fusarium* sp. в 2010 г.
(1 – без удобрений, 2 – $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$ т навоза на 1 га севооборотной площади, 3 – $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$ т навоза на 1 га севооборотной площади)

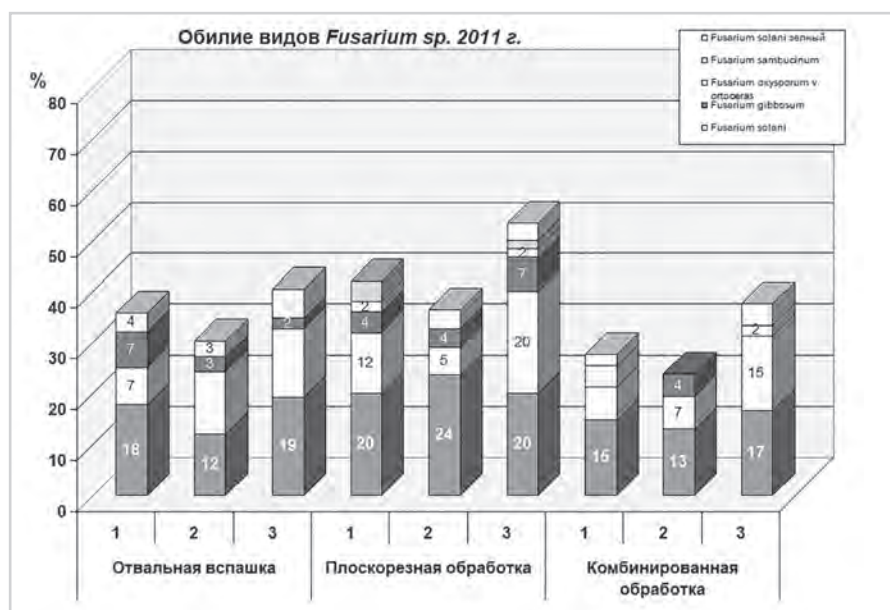


Рисунок 2 – Обилие видов *Fusarium* sp. в 2011 г.
(1 – без удобрений, 2 – $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$ т навоза на 1 га севооборотной площади, 3 – $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$ т навоза на 1 га севооборотной площади)

снизилось в некоторых вариантах практически вдвое по сравнению с предыдущими годами (22,4–28 %) (рисунок 3). Такие изменения отразились на снижении распространенности и развитии корневая.

Характерной чертой начала сезона 2012 г. стала выравненность значений относительного обилия видов *Fusarium* sp.: у *F. oxysporum* оно изменялось в пределах 7–9 %. Их доля в структуре возбудителей корневая стала значительно меньше (в 2010 г. ОВ достигало 50 %). В 2010–2011 гг. среди представителей рода их ОВ было наибольшим, а в 2012 г. наибольшее значение ОВ было отмечено у *F. solani* (6,6–10,5 %). В структуре возбудителей появился *F. semitectum* (ОВ – 1,1 %) в варианте с плоскорезной обработкой и высоким фоном удобренности. В предыдущие годы *F. sambucinum* был скорее случайным видом, в 2012 г. он присутствовал во всех вариантах плоскорезной обработки и фонах с удобрениями комбинированной обработки (ОВ – 1,4–2,6 %).

В мае 2013 г. гидротермические условия были более благоприятны для микобиоты (ГТК – 1,8), что привело к незначительному увеличению общего обилия видов *Fusarium* sp. (19,7–33,8 %) в некоторых вариантах.

Наблюдалась тенденция снижения ОВ *Fusarium* sp. с увеличением фона удобренности, наиболее выраженная при комбинированной обработке. ОВ *F. oxysporum* практически не изменилось в сравнении с предыдущим годом и варьировало в пределах 5–10 %. ОВ *F. solani* изменялось в пределах 3,3–10 % и в общем не превышало ОВ *F. oxysporum*. ОВ *F. semitectum* возросло (1,6–2 %), и вид был выделен уже в двух вариантах: с плоскорезной обработкой и высоким фоном удобренности и с фоном без удобрений.

В течение всего периода исследований можно отметить тенденцию постепенного снижения ОВ *Fusarium* sp. (2010 г. – 11,6–75 %; 2013 г. – 20–34 %), что отражалось и на снижении распространенности и развития корневая. Этот показатель снизился главным образом за счет уменьшения доли *F. oxysporum* в структуре возбудителей (ОВ 2010 г. – 7–50 %; 2013 г. – 5–10 %). ОВ *F. gibbosum* также значительно уменьшилось с годами (ОВ 2010 г. – 4,7–15,4 %; 2013 г. – 2,4–4,9 %). В последние два года был выделен *F. semitectum* (ОВ – 1–2 %), ОВ *F. sambucinum* незначительно варьировало (1,6–4 %) (рисунок 4).

Таким образом, выявлено, что влияние основной обработки почвы на структуру возбудителей проявлялось в наибольшем обилии видов *Fusarium* sp. при плоскорезной обработке (2010 г. – 55–75 %; 2012 г. – 24–29 %), в минимальном – при отвальной вспашке в 2012 г. (22–25 %).

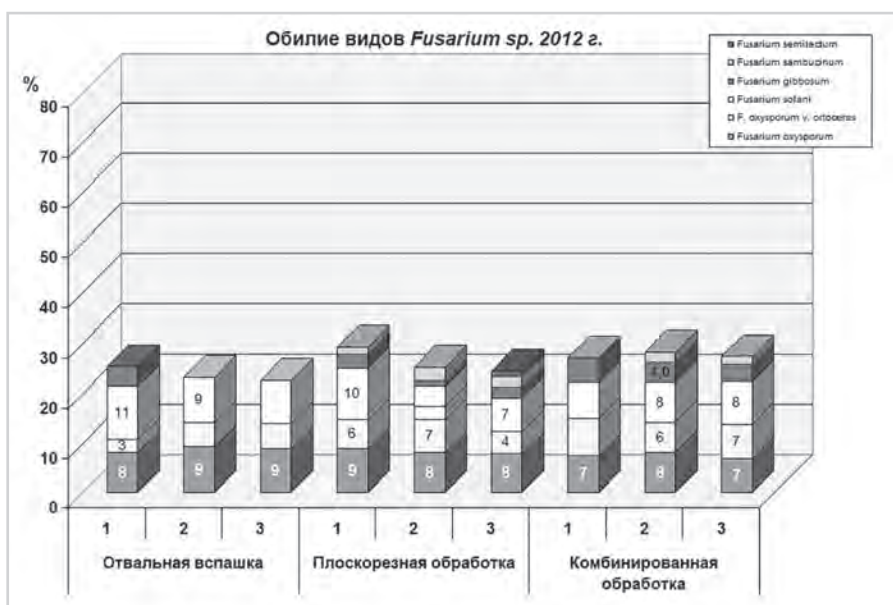


Рисунок 3 – Обилие видов *Fusarium* sp. в 2012 г.
(1 – без удобрений, 2 – $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$ т навоза на 1 га севооборотной площади, 3 – $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$ т навоза на 1 га севооборотной площади)

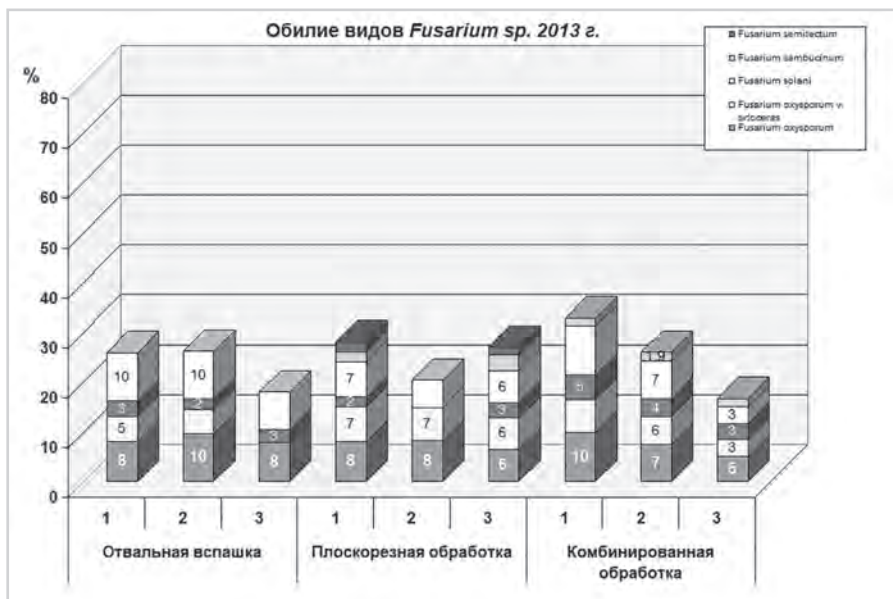


Рисунок 4 – Обилие видов *Fusarium* sp. в 2013 г.
(1 – без удобрений, 2 – $N_{45}P_{45}K_{45} + 5,5$ т навоза на 1 га севооборотной площади, 3 – $N_{69}P_{69}K_{69} + 11$ т навоза на 1 га севооборотной площади)

Фон удобренности влиял таким образом, что в благоприятных гидротермических условиях (ГТК >1,0) (май 2010 г., 2013 г.) наблюдалась тенденция постепенного снижения относительного обилия видов *Fusarium* sp. с увеличением фона удобренности при отвальной вспашке и комбинированной обработке. При плоскорезной обработке показатель был сходным на всех фонах удобренности. В засушливые периоды (ГТК <0,5) (май 2012 г.) динамика относительного обилия видов *Fusarium* sp. была слабо выражена.

Литература

1. Билай, В. И. Фузарии / В. И. Билай // Киев: Наукова думка, 1977. – 442 с.
2. Селиванова, Г. А. Роль грибов рода *Fusarium* в патогенезе корневой системы сахарной свеклы / Г. А. Селиванова // Со-

- временная микология в России. Раздел 7. Материалы 2-го съезда микологов России. – М.: Национальная академия микологии, 2008. – С. 203–204.
- Селиванова, Г. А. Видовой состав возбудителей корневых гнилей сахарной свеклы / Селиванова Г. А., Стогниенко О. И. // Сахарная свекла. – 2007. – № 1. – С. 24–27.
 - Стогниенко, О. И. Частота встречаемости и численность почвенных грибов – возбудителей болезней сахарной свеклы /

- О. И. Стогниенко // Вестник защиты растений. – 2006. – № 2. – С. 53–58.
- Стогниенко, О. И. Болезни сахарной свеклы, их возбудители / О. И. Стогниенко, Г. А. Селиванова: иллюстрированный справочник. – Воронеж: ООО «Антарес», 2008. – 112 с.
- Снакин, В. В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник / В. В. Снакин; под ред. акад. А. Л. Яншина. – М.: Academia, 2000. – 384 с.

УДК 633.63:631.531.1

Лазерная активация семян сахарной свеклы

О. А. Подвигина, О. М. Нечаева

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

Живой организм представляет собой сложную управляемую систему, в которой постоянно происходит взаимодействие многих переменных внешней и внутренней среды. Ф. Гродинз (1966) позиционирует такую систему как «совокупность элементов, определенным образом связанных и взаимодействующих между собой» [1]. Зависимость выходных переменных от входных определяется законом поведения системы, т. е. возмущающее действие внешнего фактора приводит к определенной ответной реакции биологического объекта, зависящей от свойств самого объекта.

При воздействии низкоинтенсивного когерентного излучения (НИКИ) на растительные органы и ткани в качестве первичного действующего фактора выступают локальные термодинамические нарушения, вызывающие цепь изменений кальцийзависимых физиологических реакций организма. Однако направленность этих реакций может быть различной, так как это определяется дозой, локализацией лазерного воздействия и исходным состоянием самого растительного организма [3]. Известно, что физиологическое состояние растительного организма тесно связано с сезонностью. Поэтому чувствительность тканей к воздействию лазерного излучения также меняется сезонно. Так, ряд ученых [2] установили,

что наибольшей чувствительностью обладали семена древесных культур в весенние месяцы (март – апрель) в сравнении с зимними (февраль).

В связи с этим целью наших исследований было изучение влияния лазерной обработки семян сахарной свеклы на их посевные качества в течение сезона хранения.

Исследования проводились на базе отдела семеноводства и семеноведения Всероссийского НИИ сахарной свеклы и сахара. В качестве материала для исследований использовали семена гибрида Рамоза (МС-компонент) фракции 3,5–4,5 мм. Источником НИКИ служила установка ЛОС-25А с плотностью мощности 1.886 Вт. Экспозиция лазерной обработки составляла 1 и 2 мин. Контроль – семена без обработки. Посевные качества семян определялись в 3-кратной повторности согласно ГОСТ 22617.2–94. Высев семян в лабораторных условиях проводили на 3 день после облучения. Обработку семян одной партии лазерным облучением осуществляли в ноябре, феврале и апреле.

Лабораторный анализ посевных качеств семян показал увеличение энергии прорастания до 92,5 % и всхожести до 94,0 % (87,8 и 90,0 % соответственно в контрольном варианте) при проведении исследований в ноябре (таблица).

Влияние сезонности на посевные качества семян при лазерной активации

Экспозиция, мин.	Энергия прорастания		Всхожесть		Длина проростков		Масса 100 проростков	
	%	% от контроля	%	% от контроля	см	% от контроля	г	% от контроля
Ноябрь								
Контроль	87,8	100	90,0	100	3,15	100	2,50	100
1	92,0	104,8	92,3	102,6	3,28	104,1	3,08	123,2
2	92,5	105,4	94,0	104,4	3,10	98,4	2,85	114,0
Февраль								
Контроль	87,3	100	88,7	100	3,47	100	2,83	100
1	88,0	100,8	90,3	101,8	3,23	93,1	3,40	120,1
2	89,7	102,7	89,7	101,1	3,17	91,4	2,73	96,5
Апрель								
Контроль	85,5	100	88,5	100	2,90	100	3,10	100
1	84,0	97,7	86,5	97,7	3,50	120,7	3,35	108,1

При обработке семян в феврале энергия прорастания превышала контроль (88,0 и 89,7 % при экспозиции НКИ – 1 и 2 мин.). В контрольном варианте данный показатель составил 87,3 %. Отмечено снижение энергии прорастания семян на 4,0 и 2,8 абс.% в сравнении с ноябрьскими показателями. Обработка семян лазером и определение их посевных качеств в апреле также показало снижение энергии прорастания относительно осенне-зимних анализов.

Аналогичная тенденция отмечена и по всхожести семян. С увеличением времени хранения посевного материала в лабораторных условиях показатели всхожести снижались, хотя обработка низкоинтенсивным когерентным излучением в зимний период позволила повысить данный показатель на 1,0–4,0 абс.% относительно контроля. Вероятно, данное снижение можно объяснить потерей влажности семян при хранении в отапливаемых помещениях института.

Сила роста семян определяется в основном по двум показателям: массе проростков (в перерасчете на 100 ростков в граммах) и линейным размерам проростков при проращивании. Проведенные исследования показали, что увеличение экспозиции обработки семян лазерным излучением снижало силу роста семян как по длине ростков, так и по массе 100 проростков.

Отмечено увеличение массы 100 проростков при обработке НКИ с экспозицией 1 мин. во все периоды наблюдений. Превышение над контрольными значени-

ями колебалось в пределах 8,1–23,2 %. Максимальные значения по данному показателю были определены при проведении исследований в ноябре – 123,2 и 114,0 % в сравнении с контрольным вариантом соответственно при 1 и 2 мин. воздействия лазером на семена.

Стимулирующее действие лазерного излучения проявилось на проростках при проведении исследований в апреле. Длина проростков значительно превышала контрольные растения – 3,5 см в сравнении с 2,9 см.

Таким образом, установлено влияние лазерной обработки семян сахарной свеклы на их посевные качества в период осенне-весеннего хранения. Выявлена тенденция повышения энергии прорастания и всхожести семян в лабораторных условиях при увеличении экспозиции обработки НКИ. Однако увеличение времени обработки лазером снижало показатели силы роста семян – длину и массу 100 проростков в течение всего периода хранения посевного материала.

Литература

1. Гродинз, Ф. Теория регулирования и биологические системы / Ф. Гродинз. – М.: Мир, 1966. – 254 с.
2. Максименко, А. П. Использование лазера в лесном хозяйстве / А. П. Максименко, В. А. Герш, Е. Н. Гвоздык // Лазерные технологии в сельском хозяйстве. – М.: Техносфера, 2008. – С. 124–128.
3. Москвин, С. В. К вопросу о механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛ) / С. В. Москвин // Лазерные технологии в сельском хозяйстве. – М.: Техносфера, 2008. – С. 29–48.

УДК 633.63:631.524.86:632.08

Неинвазивные методы диагностики болезней корнеплодов сахарной свеклы для отборов на устойчивость

О. И. Стогниенко, А. В. Корниенко, Е. С. Стогниенко

Всероссийский НИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова, Россия

Исследования в области фитопатологии связаны с визуальной диагностикой болезней по симптомам, развивающимся на поверхности листьев, стеблей. Для определения болезней корневой системы мы вынуждены извлекать растения из почвы, прекращая его жизнедеятельность. Болезни корнеплодов сахарной свеклы, развивающиеся в период вегетации, до недавнего времени можно было исследовать только инвазивными методами. С развитием магнито-резонансной томографии (МРТ), широко применяющейся в медицинской диагностике, стало возможным применение методов МРТ в фитопатологии [1]. Это позволяет выявлять консортивные связи в патосистемах и пути патогенеза. Созданы компактные аппараты МРТ, которые возможно использовать в полевых и вегетационных условиях для диагностики болезней на живых растениях: разработана МРТ-система с С-образным магнитом и подвижной U-образной радиочастотной катушкой, позволяющей визуализировать внутреннюю структуру ствола сосны с высоким разрешением [2]. Болезнь вилта сосны характеризуется образованием эмболизированных трахеид в результате инвазии в смоляной канал сосновой древесины нематоды *Bursaphelenchus xylophilus*. Зараженные деревья

в конечном итоге погибают в результате нарушения проводимости ксилемы. Современные разработки в области МРТ позволили неинвазивно выявлять подземные симптомы у сахарной свеклы, вызванные свекловичной цистообразующей нематодой и корневой гнилью. МРТ отслеживала синергетические отношения между двумя патогенами, обеспечивая новое понимание взаимодействия растений и патогенов [3].

Для целей селекции на устойчивость к гнилям актуально применение неинвазивных методов диагностики бессимптомных болезней, находящихся в латентной стадии.

Нами проведены поисковые исследования применения МРТ для диагностики болезней корнеплодов сахарной свеклы. Снимки МРТ-аппаратом корнеплодов сахарной свеклы без симптомов поражения показали наличие дуплистости головки (рисунок 1), начало развития гнили тканей корнеплодов от ортостиха (рисунок 2, Б).

При налаживании массового анализа появится возможность исключать закладку на хранение корнеплодов селекционных образцов, склонных к формированию скрытых дефектов (дуплистость), а также исключать корнеплоды со скрытой фазой развития гнилей.

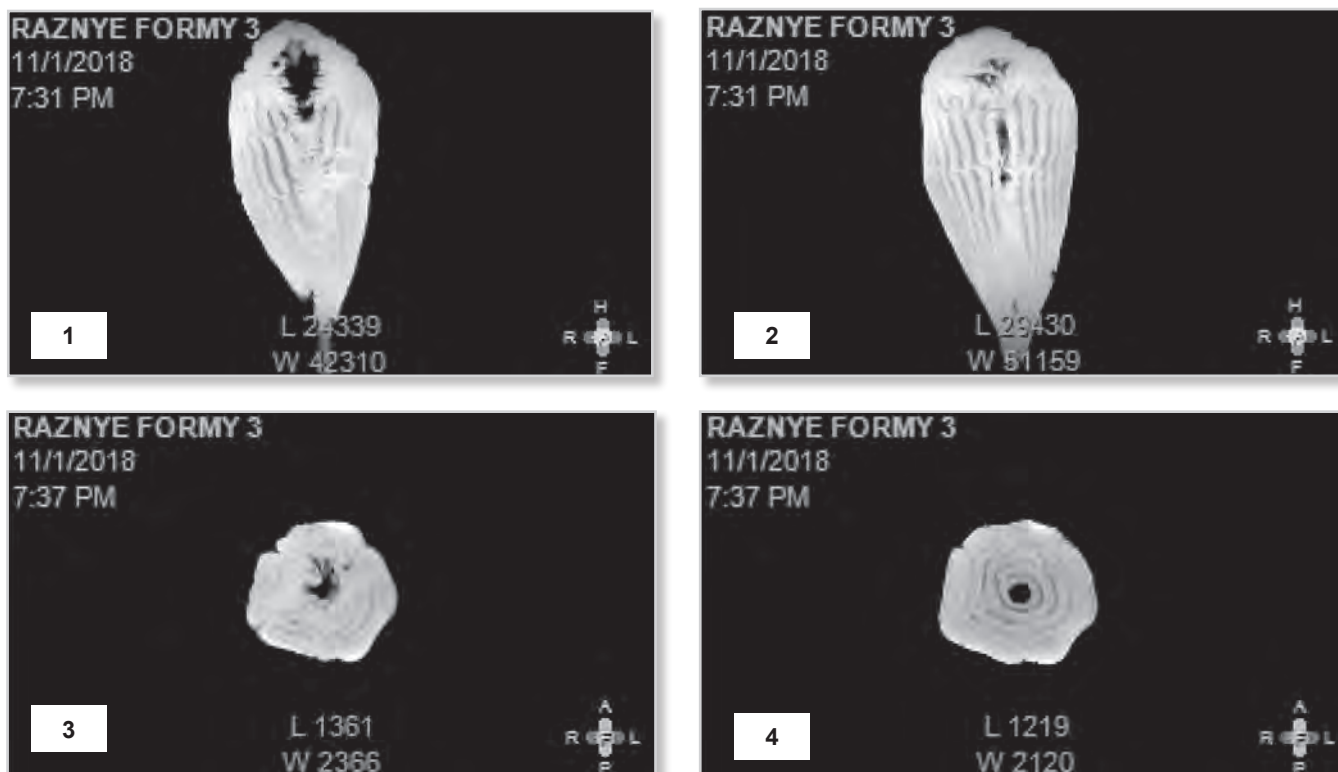


Рисунок 1 – Дуплистость головки корнеплода сахарной свеклы в продольном и поперечном разрезе (по данным МРТ)

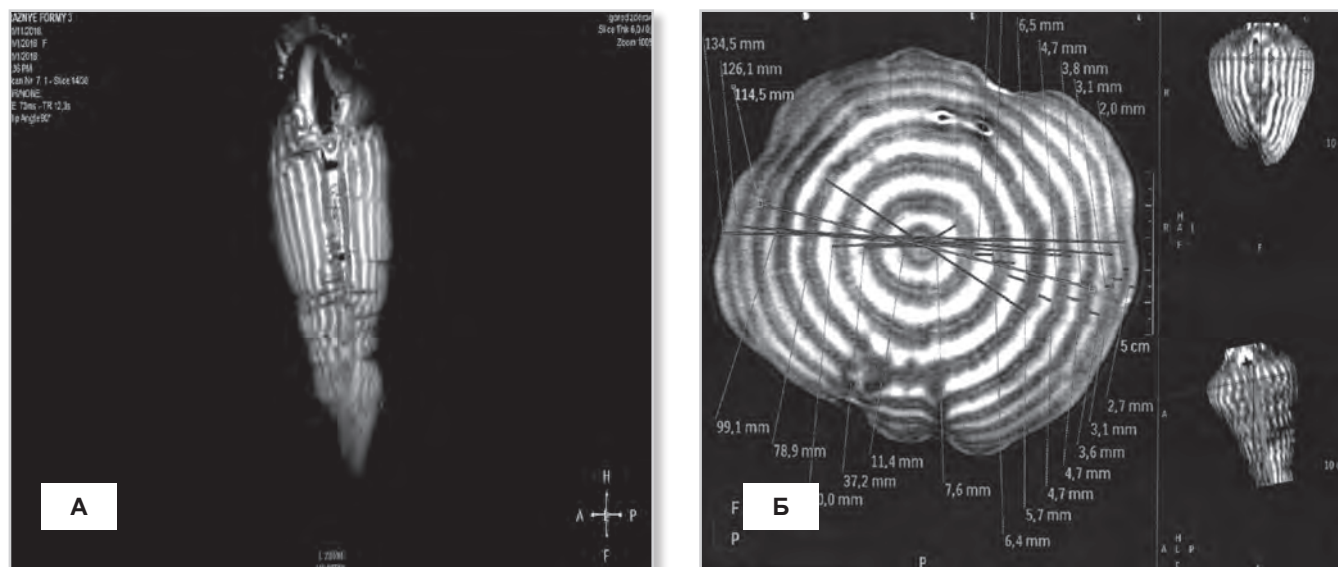


Рисунок 2 – МРТ корнеплодов сахарной свеклы без визуальных симптомов поражения болезнями (в продольном и поперечном сечении)

Применение неинвазивных методов МРТ – перспективное направление в диагностике скрытых болезней в латентной стадии развития. С помощью МРТ-снимков можно определять количество колец паренхимы и прогнозировать продуктивность селекционных образцов.

Для селекции, растениеводства, хранения и переработки необходимо использовать МРТ-методы в полевых, вегетационных опытах, отборе исходного селекционного материала сахарной свеклы по продуктивности и технологическим качествам, при хранении в кагатах и переработке на сахарных заводах.

Литература

1. Borisjuk, L. Surveying the plant's world by magnetic resonance imaging / L. Borisjuk, H. Rolletschek, T. Neuberger [Электронный ресурс] // *Thi Plant Journal*. – 2012. – Vol. 70. – P. 129–146. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2012.04927.x>
2. The developmental process of xylem embolisms in pine wilt disease monitored by multipoint imaging using compact magnetic resonance imaging / T. Umabayashi [et al.]. // *J. Exp. Bot.* – 2011. – Vol. 59.
3. Nuclear magnetic resonance: a tool for imaging belowground damage caused by *Heterodera schachtii* and *Rhizoctonia solani* on sugar beet / C. Hillnhütter [et al.]. // *J. Exp. Bot.* – 2011. – Vol. 63.

Использование микробного препарата АгроМик в технологии выращивания ярового ячменя для южной зоны Республики Беларусь

Е. М. Ритвинская, кандидат с.-х. наук,
В. И. Кочурко, доктор с.-х. наук,
Е. Э. Абарова, кандидат с.-х. наук
Барановичский государственный университет

(Дата поступления статьи в редакции 11.09.2019 г.)

В статье изложены результаты изучения влияния на урожайность зерна ярового ячменя микробного препарата АгроМик, содержащего штаммы азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий, а также арбускулярных микоризных грибов. Установлено, что за счет применения микробного удобрения возможно снижение подпивоваренный ячмень доз азотно-фосфорных минеральных удобрений, что является важным как экологически, так и экономически.

Введение

Одним из основных факторов, сдерживающих продуктивность различных культур, является дефицит азотного и фосфорного питания [1]. Чрезмерное использование агрохимикатов в растениеводстве привело к ухудшению экологической обстановки, снижению качества и безопасности продукции [2].

В последние годы в связи с существенным удорожанием минеральных удобрений ведется активный поиск альтернативных способов обеспечения потребности растений в элементах питания [3]. В настоящее время наблюдается изменение тенденции развития сельского хозяйства в сторону устойчивого, экологически ориентированного, основанного на использовании возможностей агроэкосистем и минимизации применения химических средств [4]. Среди наиболее перспективных направлений в решении данной задачи особое место занимает использование микробных удобрений [5–7].

Микробные удобрения обеспечивают повышение продуктивности за счет биологической мобилизации основных элементов минерального питания, стимуляции роста, а также выполняют фитосанитарные функции, повышая устойчивость растений к корневым инфекциям. Их применение создает благоприятные условия для экономии минеральных удобрений, что выгодно как экономически, так и экологически [8, 9].

Ряд исследователей подчеркивают, что простая замена традиционных (химических) методов интенсификации земледелия возрастающим применением биопрепаратов успеха не принесет [3]. Другие считают, что основополагающим условием успешного применения биопрепаратов является их взаимодополняемое сочетание [7, 10, 11].

Ключевыми факторами экологизации земледелия являются снижение доз применяемых минеральных удобрений и пестицидов, их интегрированное использование с агротехническими приемами, направленными на поддержание естественного плодородия почв, включающими в том числе научно обоснованные севообороты, повышение биоразнообразия полезной почвенной микрофлоры путем ее интродукции в составе биопрепаратов [12, 13].

Установлено, что микробные удобрения обладают антифунгальным действием и активно подавляют раз-

The article presents the research results of the effect of AgroMyc microbial drug on the spring barley yield. This microbial drug contains the strains of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria as well as arbuscular mycorrhizal fungi. It was determined that due to the application of microbial fertilizer the reduction of nitrophosphates that are applied to brewing barley is possible, which is of great importance both ecologically and economically.

витие таких болезней растений, как кила капусты, парша картофеля, фузариозные инфекции, корневые гнили, что способствует существенному увеличению урожайности, повышению качества продукции, оздоровлению почвы и дает возможность отказаться от использования ряда дорогостоящих пестицидов [6, 14]. Опыты, проведенные с применением микробных препаратов, показали, что внедрение экологически ориентированных систем сельского хозяйства обеспечивает снижение на 25–60 % доз минеральных удобрений, в первую очередь азотных, фосфорных и микроудобрений [1, 15].

В Беларуси исследования, связанные с поиском симбиотических и ассоциативных ризосферных микроорганизмов, способных образовывать стойкие сообщества с растениями и оказывать при этом выраженное ростостимулирующее действие на их развитие, ведутся в научных учреждениях Национальной академии наук. В Институте генетики и цитологии НАН Беларуси созданы препараты Ризофил и Клеверин, в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси – Азобактерин и Калиплант [6]. Наибольший прикладной выход получили разработки Института микробиологии НАН Беларуси, где создан и зарегистрирован целый ряд микробных удобрений для различных сельскохозяйственных культур и освоено их опытно-промышленное производство: Ризобактерин, Сапронит, Вогал, Фитостимифос, Биолиnum, Ризофос, Гордебак, АгроМик и СояРиз [7, 15].

По технико-экономическим показателям разработанные в Институте микробиологии НАН Беларуси микробные удобрения не уступают зарубежным аналогам, а по цене являются наиболее выгодными для сельхозпроизводителей [3, 4, 7]. Микробный препарат АгроМик зарегистрирован только на тритикале, где зарекомендовал себя положительно. Поэтому целью наших исследований явилось изучение эффективности применения микробного препарата АгроМик в технологии возделывания ярового ячменя.

Объектом исследований являлись посевы пивоваренного ярового ячменя сорта Бровар. Предмет исследований – микробный препарат АгроМик, разработанный в Институте микробиологии НАН Беларуси [4, 9]. Данный микробный препарат содержит штаммы азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий,

а также арбускулярных микоризных грибов (АМГ) [8, 14]. Используемые штаммы ризобактерий продуцируют гетероауксин – индолил-3-уксусную кислоту (ИУК), являющаяся стимулятором роста и развития растений, в количестве 16–25 мкг/мл. Препарат интенсифицирует процесс биологической фиксации азота, обеспечивает частичную замену минеральных азотных и фосфорных удобрений, оказывает стимулирующее действие на рост растений [13].

Методика и условия проведения исследований

Исследования проводили на опытном поле обособленного структурного подразделения «Ляховичский государственный аграрный колледж» учреждения образования «Барановичский государственный университет» в течение 2016–2018 гг. Полевой опыт включал 14 вариантов, минеральные и микробные удобрения вносили согласно схеме (таблица 1). Препарат АгроМик применяли для предпосевной обработки семян как самостоятельно, так и на фоне протравливания семян (Скарлет, МЭ – 0,4 л/т); в вариантах 2, 5, 8, 11 и 14 была дополнительная обработка вегетирующих растений в фазе выхода в трубку (ДК 31). Фосфорно-калийные удобрения вносили в виде аммофоса и хлористого калия под осеннюю обработку почвы, азотные – в виде сульфата аммония, вручную. Повторность опыта – четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное, учетная площадь делянки – 25 м².

Почва участка дерново-подзолистая, супесчаная, подстилаемая мореной, со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,27 %, подвижных форм фосфора (P₂O₅) – 202, калия (K₂O) – 218 мг/кг, рН_(КС1) – 5,86. Предшественник – картофель. Обработка почвы, проведение работ по уходу за посевами – согласно отраслевому регламенту. Закладку опыта проводили по общепринятым методикам. Интродукцию микроорганизмов, составляющих основу микробного препарата АгроМик, осуществляли способом обработки семян, которую проводили в день сева в дозе 1 л/т, и обработки вегетирующих растений в фазе выхода

в трубку (ДК 31) 2%-м раствором микробного препарата (4 л/га). Расход рабочей жидкости – 200 л/га. Учет урожая – сплошной поделяночный.

Для характеристики метеорологических условий в вегетационные периоды использовали значения гидротермического коэффициента (ГТК), который выражает отношение количества выпавших осадков к сумме активных температур. В годы исследований метеорологические условия по сумме выпавших осадков и среднесуточной температуре воздуха значительно различались, что дало возможность более полно установить закономерности формирования урожая зерна ярового ячменя по вариантам опыта. Расчет гидротермического коэффициента показал, что 2016 г. характеризовался как слабозасушливый с ГТК 1,1; 2017 г. – как влажный с ГТК 1,6; 2018 г. – как засушливый с ГТК 0,8.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ урожайных данных показал, что в варианте 1, где под основную обработку почвы были внесены только калийные удобрения в дозе K₁₂₀, а семена перед севом были обработаны микробным препаратом АгроМик без применения протравителя, урожайность зерна ярового ячменя в среднем за годы исследований составила 26,3 ц/га (таблица 2).

Двукратное применение микробного препарата (вариант 2) для обработки семян и вегетирующих растений ячменя в фазе выхода в трубку не обеспечило достоверной прибавки урожая по сравнению с вариантом 1.

Наиболее низкая урожайность – 23,0 ц/га – получена в варианте 3, где вносили только фосфорно-калийные удобрения с предпосевным протравливанием семян препаратом Скарлет, МЭ.

В варианте 4 обработка протравленных семян микробным препаратом не обеспечила существенного роста урожайности. Возможно, протравитель оказывает негативное действие на рост микробных культур, что необходимо учитывать при обработке семян и проводить протравливание не менее чем за месяц до инокуляции микробным препаратом.

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант	Протравитель Скарлет, МЭ	АгроМик (обработка семян)	АгроМик (обработка вегетирующих растений)
1. N ₀ P ₀ K ₁₂₀ – контроль	–	+	–
2. N ₀ P ₀ K ₁₂₀	–	+	+
3. N ₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+	–	–
4. N ₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+	+	–
5. N ₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+	+	+
6. N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	+	–	–
7. N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	+	+	–
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	+	+	+
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+	–	–
10. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+	+	–
11. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+	+	+
12. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+	–	–
13. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+	+	–
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	+	+	+

Внесение минерального азота 45 кг/га в предпосевную культивацию на фоне $P_{60}K_{120}$ и протравливания семян препаратом Скарлет, МЭ обеспечило получение урожайности в среднем за три года исследований на 16,3 % выше, чем в варианте 1. Применение на таком фоне микробного препарата АгроМик как однократно, так и двукратно, способствовало получению дополнительно 1,1–1,4 ц/га, что было несущественно.

Достоверный рост урожайности зерна по сравнению с вариантами 1–5 отмечен во всех вариантах N_{60} как без применения микробного препарата, так и при двукратном его использовании. Рост урожайности по сравнению с контролем составил 31,6–37,3 %.

Применение микробного препарата АгроМик на фоне высоких доз азота не способствовало существенному увеличению урожайности ячменя.

Установлено, что по хозяйственной эффективности варианты $N_{60}P_{60}K_{120}$ и $N_{60+30}P_{60}K_{120}$ находятся на одном уровне – 34,6–37,1 ц/га. Следовательно, применение микробного препарата АгроМик на этих изучаемых фонах и увеличение дозы минерального азота не обеспечило существенной прибавки урожая зерна пивоваренного ячменя.

Для более объективной оценки полученных результатов был проведен экономический анализ. При расчете производственных затрат на возделывание ярового ячменя согласно схеме опыта принимались во внимание заработная плата, затраты на семена, удобрения, средства защиты растений и горюче-смазочные материалы, амортизационные отчисления и прочие затраты. Проведенные расчеты показали, что при возделывании ярового ячменя на фоне $N_0P_0K_{120}$ с обработкой семян препаратом АгроМик без использования протравителя (контроль) с урожайностью зерна 26,3 ц/га производственные затраты составили 536,41 руб./га (таблица 3). С ростом уровня урожайности и дополнительным применением средств интенсификации производственные затраты увеличились и составили 963,29 руб./га в варианте с выращиванием

ячменя на фоне $N_{60+30}P_{60}K_{120}$ с двукратным применением микробного препарата (вариант 14).

Анализ основных показателей экономической эффективности свидетельствует, что самый высокий уровень чистого дохода (213,92 руб./га) в опыте получен при возделывании ярового ячменя в варианте, предусматривающем внесение только калийных удобрений 120 кг/га д. в. и двукратным применением микробного препарата АгроМик (таблица 4). В этом же варианте отмечена самая низкая себестоимость единицы продукции – 20,32 руб./ц и самый высокий уровень рентабельности – 39,1 %.

Выводы

В почвенно-климатических условиях южной зоны республики в 66 % случаев обработка семян с последующей некорневой подкормкой растений ярового ячменя сорта Бровар микробным препаратом АгроМик на фоне $N_0P_0K_{120}$ эквивалентна по своей хозяйственной эффективности получению урожайности зерна на фоне $N_0P_{60}K_{120}$ при севе протравленными семенами.

В условиях недостатка влаги (ГТК 0,8) двукратное применение микробного удобрения на фоне $N_0P_0K_{120}$ равнозначно внесению минеральных удобрений в дозах $N_{45}P_{60}K_{120}$.

Установлено, что за счет применения микробного удобрения АгроМик возможно снижение под пивоваренный ячмень доз азотно-фосфорных минеральных удобрений, что является значимым экологическим и экономическим аспектом.

Таким образом, считаем целесообразным применение микробного препарата АгроМик в технологии возделывания ярового ячменя на низких азотно-фосфорных фонах минерального питания.

Литература

1. Сафронова, Г. В. Азотфиксирующие и фосфатмобилизующие ризобактерии для стимуляции роста посадочного материала лиственных деревьев / Г. В. Сафронова, Н. В. Мельникова, З. М. Алещенкова // Практико-ориентированные биотехноло-

Таблица 2 – Влияние препарата АгроМик на урожайность зерна ярового ячменя (2016–2018 гг.)

Вариант	Урожайность, ц/га зерна				Прибавка урожая зерна	
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее	ц/га	%
1. $N_0P_0K_{120}$ – контроль	28,4	33,8	16,7	26,3	–	–
2. $N_0P_0K_{120}$	29,1	34,6	17,0	26,9	+0,6	+2,3
3. $N_0P_{60}K_{120}$	25,5	29,1	14,3	23,0	–3,3	–12,5
4. $N_0P_{60}K_{120}$	27,7	33,1	15,2	25,3	–1,0	–3,8
5. $N_0P_{60}K_{120}$	29,6	34,3	15,5	26,5	+0,2	+0,8
6. $N_{45}P_{60}K_{120}$	33,5	41,4	16,8	30,6	+4,3	+16,3
7. $N_{45}P_{60}K_{120}$	36,9	42,1	17,1	32,0	+5,7	+21,7
8. $N_{45}P_{60}K_{120}$	38,0	40,0	17,2	31,7	+5,4	+20,5
9. $N_{60}P_{60}K_{120}$	41,4	43,8	18,5	34,6	+8,3	+31,6
10. $N_{60}P_{60}K_{120}$	43,0	43,6	18,8	35,1	+8,8	+33,5
11. $N_{60}P_{60}K_{120}$	44,6	45,1	18,7	36,1	+9,8	+37,3
12. $N_{60+30}P_{60}K_{120}$	43,7	47,6	20,1	37,1	+10,8	+41,1
13. $N_{60+30}P_{60}K_{120}$	40,9	48,1	20,5	36,5	+10,2	+38,8
14. $N_{60+30}P_{60}K_{120}$	41,1	47,3	20,2	36,2	+9,9	+37,6
НСР ₀₅	4,44	3,04	1,66			

Таблица 3 – Расчет производственных затрат на возделывание ярового ячменя

Вариант	Производственные затраты, руб./га*							
	оплата труда	семена	удобрения	средства защиты растений	ГСМ	амортизация	прочие	всего
1. N ₀ P ₀ K ₁₂₀ – контроль	25,83	76,00	29,40	19,78	206,59	107,28	71,52	536,41
2. N ₀ P ₀ K ₁₂₀	26,78	76,00	29,40	19,78	212,40	109,31	72,87	546,54
3. N ₀ P ₆₀ K ₁₂₀	24,00	76,00	128,76	34,56	191,77	136,53	91,02	682,64
4. N ₀ P ₆₀ K ₁₂₀	25,29	76,00	135,96	34,56	201,92	142,12	94,75	710,60
5. N ₀ P ₆₀ K ₁₂₀	26,65	76,00	164,76	34,56	210,99	153,89	102,59	769,44
6. N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	28,90	76,00	167,16	34,56	229,82	160,93	107,29	804,67
7. N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	29,72	76,00	174,36	34,56	236,25	165,27	110,18	826,33
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	30,20	76,00	203,16	34,56	238,43	174,70	116,47	873,52
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	31,26	76,00	178,68	34,56	248,28	170,64	113,76	853,18
10. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	31,56	76,00	185,88	34,56	250,61	173,58	115,72	867,91
11. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	32,77	76,00	214,68	34,56	258,56	184,97	123,32	924,86
12. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	33,42	76,00	203,48	34,56	263,35	183,24	122,16	916,22
13. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	33,07	76,00	210,68	34,56	260,56	184,46	122,97	922,29
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	32,90	76,00	239,48	34,56	259,25	192,66	128,44	963,29

Примечание – *Расчеты произведены в ценах по состоянию на 01.09.2018 г.

Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя (среднее, 2016–2018 гг.)

Вариант	Стоимость продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость, руб./ц	Чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %
1. N ₀ P ₀ K ₁₂₀ – контроль	743,50	536,41	20,40	207,10	38,6
2. N ₀ P ₀ K ₁₂₀	760,46	546,54	20,32	213,92	39,1
3. N ₀ P ₆₀ K ₁₂₀	650,21	682,64	29,68	-32,43	-4,8
4. N ₀ P ₆₀ K ₁₂₀	715,23	710,60	28,09	4,63	0,7
5. N ₀ P ₆₀ K ₁₂₀	749,16	769,44	29,04	-20,29	-2,6
6. N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	865,06	804,67	26,30	60,40	7,5
7. N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	904,64	826,33	25,82	78,31	9,5
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₁₂₀	896,16	873,52	27,56	22,64	2,6
9. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	978,14	853,18	24,66	124,97	14,7
10. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	922,28	867,91	24,73	124,37	14,3
11. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	1020,55	924,86	25,62	95,68	10,4
12. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	1048,82	916,22	24,70	132,60	14,5
13. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	1031,86	922,29	25,27	109,56	11,9
14. N ₆₀₊₃₀ P ₆₀ K ₁₂₀	1023,37	963,29	26,61	60,08	6,2

гические исследования в растениеводстве, животноводстве и медицине: сб. матер. Междунар. научно-практ. конференции, Брест, 27–28 июня 2013 года / УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина». – Брест: БрГУ имени А. С. Пушкина, 2013. – С. 45–48.

2. Роль микробно-растительных ассоциаций в восстановлении деградированных и загрязненных почв / З. М. Алещенко [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. научн. тр. / НАН Беларуси, Отделение

биологических наук, Институт микробиологии, Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований, Белорусское общественное объединение микробиологов. – Минск, 2011. – Т. 3. – С. 120–141.

3. Бактериальные препараты в ресурсосберегающих технологиях применения удобрений / В. Н. Босак [и др.] // Международная научно-техническая конференция «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии»: матер. конф., 24–26 ноября 2010 г.:

- в 2 ч. / Министерство образования Республики Беларусь, УО «Белорусский государственный технологический университет». – Минск, 2010. – Ч. 1. – С. 186–188.
4. Соловьева, Е. А. Микробный препарат АгроМик как средство повышения плодородия почв и урожайности тритикале / Е. А. Соловьева // Актуальные проблемы экологии: матер. X междунар. научно-практ. конф. (Гродно, 1–3 октября 2014 г.): в 2 ч. / УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», Uniwersytet w Białymstoku, ОО «Белорусский научно-технический союз», Гродненский дом науки и техники. – Гродно, 2014. – Ч. 2. – С. 135–136.
 5. Алещенкова, З. М. Землеудобрительные микробные препараты – основа получения экологически чистого урожая / З. М. Алещенкова, Л. Е. Картыжова, А. А. Федоренчик // Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития: тезисы докладов V Междунар. науч. конф. (Брест, 8–10 сентября 2010 года) / НАН Беларуси, Полесский аграрно-экологический институт, Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований. – Брест: Альтернатива, 2010. – С. 6.
 6. Алещенкова, З. М. История и перспективы использования микробных удобрений / З. М. Алещенкова // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2011. – № 1. – С. 61–66.
 7. Алещенкова, З. М. Микробные удобрения как неотъемлемый элемент экологического земледелия / З. М. Алещенкова // Наше сельское хозяйство: журнал настоящего хозяина. – 2011. – № 2. – С. 8–15.
 8. Взаимодействие арбускулярных микоризных грибов с сельскохозяйственными культурами / З. М. Алещенкова [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр. – Минск, 2007. – Т. 1. – С. 196–212.
 9. Микробный препарат АгроМик для стимуляции роста и развития тритикале / Е. А. Соловьева [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты: сб. науч. тр.: посвящен 85-летию со дня основания Национальной академии наук Беларуси / НАН Беларуси, ГНПО «Химический синтез и биотехнологии», Институт микробиологии, Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований, Белорусское общественное объединение микробиологов. – Минск, 2013. – Т. 5. – С. 331–342.
 10. Кочурко, В. И. Влияние микробного препарата АгроМик на урожайность зерна ярового ячменя в условиях южной зоны республики / В. И. Кочурко, Е. Э. Абарова, Е. М. Ритвинская // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» (5–6 июля 2017 г., г. Жодино); ред. Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 103–106.
 11. Кочурко, В. И. Урожайность зерна ярового ячменя при применении микробных удобрений в южной зоне Республики Беларусь / В. И. Кочурко, Е. Э. Абарова, Е. М. Ритвинская // Органічне виробництво і продовольча безпека: матер. VII Міжнар. наук.-практ. конф. – Житомир: Вид.-во ЖНАЕУ, 2019. – С. 205–208.
 12. Беларусь на пути достижения целей устойчивого развития [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/upload/iblock/e34/e34be0ef972c134ac680a898dad22071.pdf>. – Дата доступа: 05.09.2019.
 13. Соловьева, Е. А. Ассоциативные ризобактерии и эндомикоризные грибы как основа препарата для повышения урожайности тритикале: автореф. дисс... кандидата биологических наук: специальность 03.01.06 «Биотехнология» (в том числе «Бионанотехнологии») / Е. А. Соловьева; НАН Беларуси, ГНУ «Институт микробиологии». – Минск, 2016. – 25 с.
 14. Соловьева, Е. А. Влияние ассоциативных азотфиксирующих бактерий и арбускулярных микоризных грибов на урожайность яровой тритикале / Е. А. Соловьева, З. М. Алещенкова, Н. М. Ермишина // Земляробства і ахова раслін: навук.-практ. часопіс. – 2011. – № 6. – С. 30–32.
 15. Технология производства микробного препарата Гордебак для получения экологически чистого зерна пивоваренного ячменя с высокими технологическими свойствами / З. М. Алещенкова [и др.] // Междунар. науч.-техн. конф. «Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов», 25–27 ноября 2009 г.: матер. конф., 25–27 ноября 2009 г.: в 2-х ч. / Министерство образования Республики Беларусь, УО «Белорусский государственный технологический университет». – Минск, 2009. – Ч. 2. – С. 45–48.

УДК 634.11.075:632.1/.4:631.563

Динамика потерь плодов яблони белорусского промышленного сортимента от болезней во время длительного хранения

Е. И. Демидович, научный сотрудник,
А. М. Криворот, кандидат с.-х. наук
Институт плодородства

(Дата поступления статьи в редакцию 10.06.2019 г.)

В статье представлены результаты хранения плодов промышленных сортов яблони белорусской селекции Дарунак, Имант и Надзейны. Определены основные патогены, вызывающие болезни при хранении, период их проявления и вредоносность, установлены размеры потерь в динамике. Установлено влияние сортовых особенностей на поражаемость плодов определенными возбудителями. У сорта Надзейны наибольшее количество потерь плодов вызвано плодовой гнилью (9,8%), а у сортов Дарунак и Имант – горькой гнилью (9,0–9,9%). Определено, что, несмотря на наличие интенсивной системы защиты плодов во время вегетации, потери плодов при хранении в зависимости от сорта могут достигать 13,6–22,9%, что отрицательно сказывается на эффективности производства плодов.

The article presents the results of storing the fruits of industrial varieties of apple fruits of the Belarusian selection Darunak, Imant and Nadzeyni. The main storage pathogens, the period of their manifestation and harmfulness are determined, the size of losses in dynamics are determined. The influence of varietal features on the infestation of fruits by certain pathogens has been determined. The Nadzeyni variety has the highest number of fruit losses caused by fruit rot (9.8%) and Darunak and Imant varieties by bitter rot (9.0–9.9%). It is determined that despite the presence of an intensive system of fruit protection during vegetation, the loss of fruits during storage depending on the variety can reach 13.6–22.9%, which negatively affects the efficiency of fruit production.

Введение

Размер потерь плодов яблони в послеуборочный период варьирует в пределах 5–10 % в развитых странах и может достигать 20–40 % в развивающихся, кроме этого часть продукции теряется в период доведения до потребителя [1]. Во всем мире наблюдается неблагоприятная тенденция к их росту, поэтому ведется поиск технологических приемов, снижающих вредоносное действие грибных болезней. Поражаемость плодов болезнями при хранении сильно варьирует в зависимости от помологического сорта яблони [2]. Кроме того, устойчивость допущенных к возделыванию сортов яблони к болезням различной природы зависит от степени зрелости и группы созревания [3]. Возбудители гнилей при хранении проявляют агрессивность, стабильно наблюдаемую ежегодно, отличаются высокими адаптационными способностями, в том числе к фунгицидам, имеют низкую специфичность по отношению к хозяину [4]. Наибольшие экономические потери приходятся на сорта поздней группы созревания, закладываемые в основном на длительное хранение. Решение проблемы круглогодичного снабжения населения плодовой продукцией невозможно без организации длительного хранения с применением высокоэффективных сортовых технологий, учитывающих сроки годности продукции и постхранилищные эффекты при реализации [5]. Несмотря на то, что болезни яблони во время вегетационного периода достаточно успешно контролируются различными методами защиты растений, следует отметить отсутствие эффективных средств для лимитирования специфичных заболеваний во время хранения плодов [6].

Целью настоящих исследований было определение основных патогенов, поражающих плоды яблони при хранении, периода появления первых признаков и вредоносности, а также влияния сортовых особенностей на распространенность болезней во время длительного хранения.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись плоды яблони белорусского промышленного сортимента Дарунак, Надзейны и Имант, выращенные в 2015–2017 гг. в сырьевой зоне отдела хранения и переработки РУП «Институт плодородства». Год посадки сада – 2010 г. Схема посадки: 4 × 2 м (1250 дер./га).

Защита сада в годы исследований проводилась по следующим схемам:

- в 2015 г. – Азофос (5 л/га) + Танрек (0,25 л/га) – в фазе «зеленый конус»; Хорус (0,2 л/га) + Актара (0,12 кг/га) – в фазе «мышинное ушко»; Скор (0,2 л/га), Терсел (2,5 кг/га) + Би 58 новый (1,5 л/га) – в фазе «выдвижение соцветий»; Скор (0,2 л/га) – в фазе «цветение»; Терсел (2,5 кг/га) – в фазе «конец цветения»; Делан (0,7 кг/га) – в фазе «плод–лещина»; Беллис (0,8 л/га) – в фазе «плод с грецкий орех»; Трайдекс (2 кг/га) – в фазе «рост плодов»;
- в 2016 г. – Абига пик (5 л/га) + Фастак (0,15 л/га) – в фазе «зеленый конус»; Хорус (0,2 кг/га) + Делан (0,7 кг/га) + Фастак (0,15 л/га) – в фазе «мышинное ушко»; Терсел (2,5 кг/га) + Фуфанон (1 л/га) – в фазе «выдвижение соцветий»; Скор (0,2 л/га) + Трайдекс (2 кг/га) – в фазе «цветение»; Делан (0,7 кг/га) – в фазе «конец цветения»; Мерпан (1,5 кг/га) – в фазе «плод–лещина»; Трайдекс (2 кг/га) – в фазе «плод с грецкий орех»; Мерпан (1,5 кг/га) – в фазе «рост плодов»;

- в 2017 г. – Абига пик (5 л/га) + Фастак (0,15 л/га) – в фазе «зеленый конус»; Хорус (0,2 кг/га) + Фастак (0,15 л/га) – в фазе «мышинное ушко»; Скор (0,2 л/га) + Фуфанон (1 л/га) – в фазе «выдвижение соцветий»; Луна транквилити (1 л/га) – в фазе «цветение»; Мерпан (1,5 кг/га) – в фазе «конец цветения»; Беллис (1 кг/га) – в фазе «плод–лещина»; Трайдекс (2 кг/га) – в фазе «плод с грецкий орех»; Мерпан (1,5 кг/га) – в фазе «рост плодов».

Убранные товарные плоды по СТБ 2288 [7] по вариантам закладывали на длительное хранение в холодильные камеры в отделе хранения и переработки РУП «Институт плодородства». Повторность трехкратная, по 20 кг в каждой повторности.

Перед закладкой на хранение было произведено предварительное охлаждение плодов в холодильных камерах при температуре +6 °С. Хранение плодов осуществляли в обычной газовой среде при температуре +3 ± 0,5 °С и относительной влажности воздуха 90–95 % в течение 180 дней. Учёт микробиологических заболеваний проводили визуально с применением атласов заболеваний при проявлении признаков определённых болезней по степени поражения плода [8, 19]. Идентификацию возбудителей болезней при хранении проводили с помощью микроскопирования после посева на картофельно-глюкозный агар и культивирования на протяжении 7 дней в термостате при + 24 °С [10].

Исследования по хранению плодов проводили согласно «Методическим рекомендациям по хранению плодов, овощей и винограда» (Ялта, 1998) [11], «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Орел, 1999) [12]. Статистический анализ результатов был проведен по Б. А. Доспехову [13] в программном пакете STATISTICA 10.0, используя дисперсионный анализ, критерий Дункана для сравнения средних величин ($n = 3$) при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований выявлено, что в начале хранения (ноябрь) 8 % яблок сорта Надзейны были поражены только плодовой гнилью. В декабре на этом сорте появились пенициллезная гниль и антракноз, которыми было поражено 0,4 и 1,1 % плодов соответственно. Распространенность плодовой гнили в этот период увеличилась до 9,4 % (рисунок 1). В январе потери от пенициллезной гнили возросли до 1,9 %, антракноза – 1,6 %, серой гнили – 1,1 %, а распространенность плодовой гнили достигла 9,7 %.

В конце хранения яблок (февраль – март) наблюдалось увеличение потерь плодов от следующих болезней: антракнозом было поражено 3,5–5,4 %, пенициллезной гнилью – 3,9–5,1 %, серой гнилью – 1,1–2,6 %. При этом потери от плодовой гнили оставались неизменными – 9,8 %.

При хранении яблок сорта Дарунак в ноябре наблюдались незначительные потери плодов от плодовой гнили – 0,2 %. В декабре потери от пораженности яблок монилиозом составили 1,6 %, антракнозом – 3,1 % и пенициллезной гнилью – 0,3 % (рисунок 2). С продлением срока хранения (январь) потери плодов от пораженности антракнозом увеличились до 6,9 %, плодовой гнилью – до 1,9, пенициллезом – до 0,7 %.

В феврале – марте потери плодов от пораженности антракнозом возросли до 9,9 %, пенициллезом – 2,2 и серой гнилью – до 0,8 %. Потери от монилиоза оставались неизменными – 1,9 %.

ПЛОДОВОДСТВО

У сорта Имант при хранении в ноябре пораженность яблок плодовой гнилью составляла 2,3 %. В декабре на плодах появился антракноз, потери от пораженности которым составили 2,6 %. Пораженность яблок монилиозом в этот период увеличились до 3,4 % (рисунок 3). В январе отмечалось увеличение потерь яблок от антракноза до 5,1 %, при этом потери от плодовой гнили не изменились.

В заключительные месяцы хранения (февраль – март) наблюдалось увеличение потерь плодов от пораженности антракнозом до 7,9 % и 9,0 % соответственно по месяцам. Кроме этого, в марте отмечалось поражение плодов пенициллезной гнилью – 0,5 % и серой гнилью – 0,6 %.

Таким образом, у сорта Надзейны пораженность болезнями 10 % (предельно допустимый в производстве

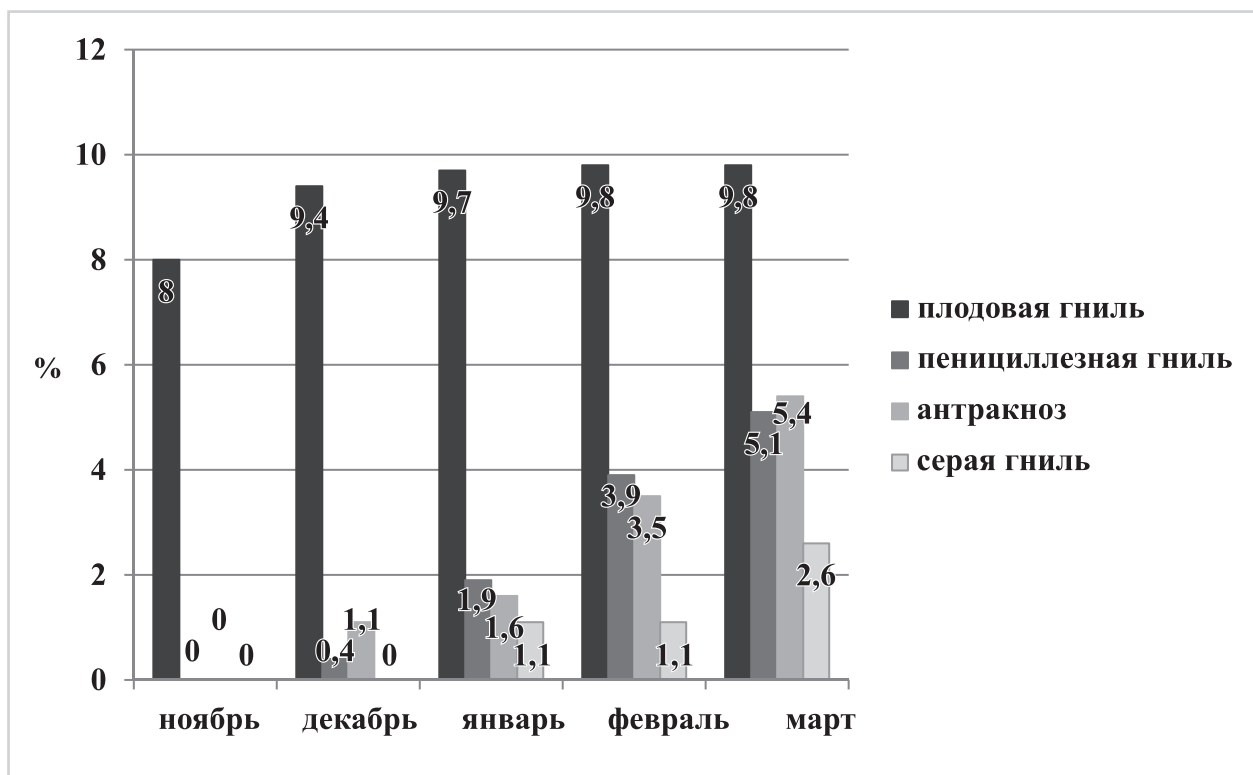


Рисунок 1 – Потери плодов сорта Надзейны от пораженности инфекционными болезнями в период хранения в динамике (2015–2018 гг.)

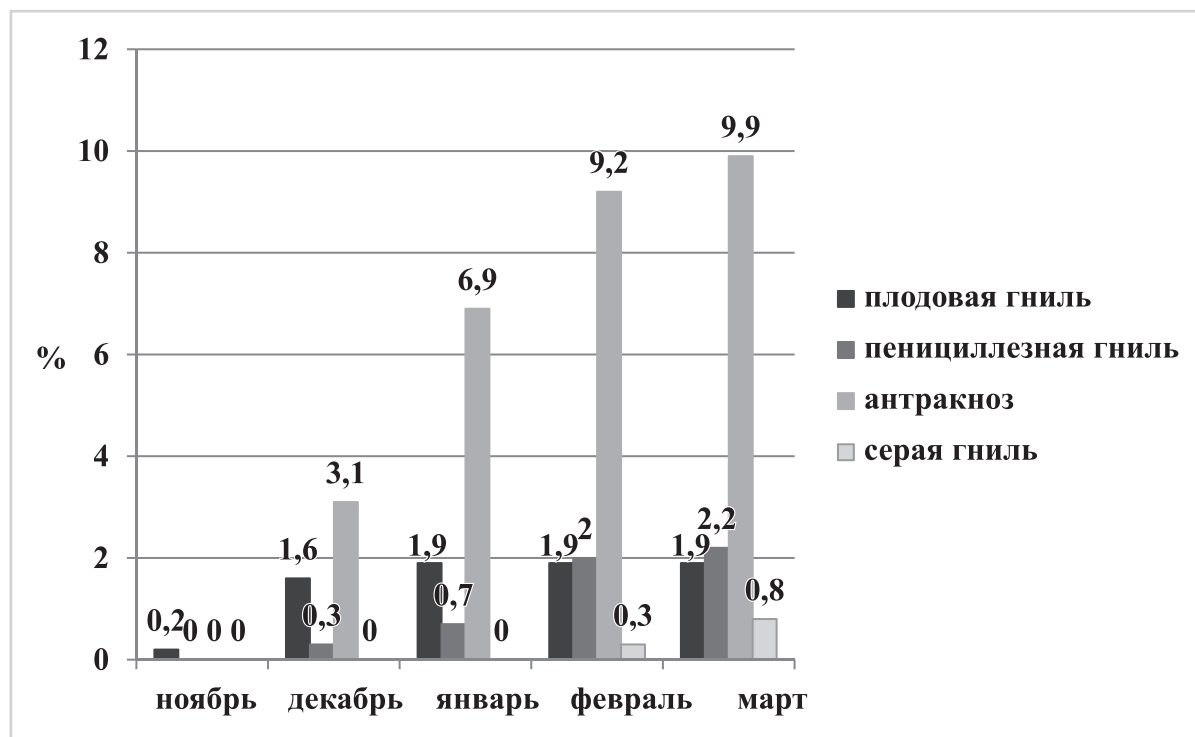


Рисунок 2 – Потери плодов сорта Дарунак от пораженности инфекционными болезнями в период хранения в динамике (2015–2018 гг.)

уровень потерь при хранении) отмечена в январе, а у сортов Дарунак и Имант – в феврале.

В конце хранения выход здоровых плодов по изучаемым сортам составил: Имант – 80,6 %, Дарунак – 79,2 и Надзейны – 70,0 % (таблица). Показатель естественной убыли массы плодов за время хранения находился на уровне 5,8–7,1 %. Общие потери плодов от пораженности инфекционными болезнями были наименьшими у сорта Имант и составили 13,6 %, у сорта Дарунак – 14,8, а у сорта Надзейны они достигали 22,9 %.

Анализируя структуру доминирования инфекционных болезней плодов после длительного хранения, следует отметить, что в зависимости от сорта потери от пораженности болезнями были различными. Так, у сорта Надзейны преобладала плодовая гниль, потери от которой достигали 9,8 %. Распространенность антракноза и пенициллезной гнили находилась на уровне 5,4 и 5,1 % соответственно. Потери от серой гнили были наименьшими на данном сорте и составили 2,6 %.

У сорта Дарунак преобладающей болезнью являлась горькая гниль (антракноз), распространенность которой составила 9,9 %. В меньшей степени было отмечено проявление пенициллезной гнили – 2,2 %, а также плодовой и серой гнили – 1,9 % и 0,8 %.

На сорте Имант наибольшие потери плодов были отмечены в результате поражения антракнозом – 9,9 %, распространенность плодовой гнили составила 3,5 %, а потери плодов от пенициллеза и серой гнили находились на уровне 0,5 и 0,6 %. Следует отметить, что неинфекционных болезней плодов во время хранения на изучаемых сортах не выявлено.

Выводы

Установлено, что в начале хранения (ноябрь – декабрь) среди патогенов преобладал возбудитель плодовой гнили, в то время как возбудители антракноза, пенициллеза и серой гнили проявлялись на более поздних сроках хранения плодов (январь – март) и характеризовались наибольшей вредоносностью, что непосредственно отражалось на размере потерь плодов.

Отмечена видоспецифичность сортов яблони по отношению к инфекционным болезням. Так, на сорте Надзейны преобладала плодовая гниль (9,8 %), а на сортах Имант и Дарунак – антракноз (9,0–9,9 %). В меньшей степени были представлены пенициллез (0,5–5,5 %) и серая гниль (0,6–2,6 %).

Потери плодов от инфекционных болезней в период длительного хранения изучаемых сортов находились

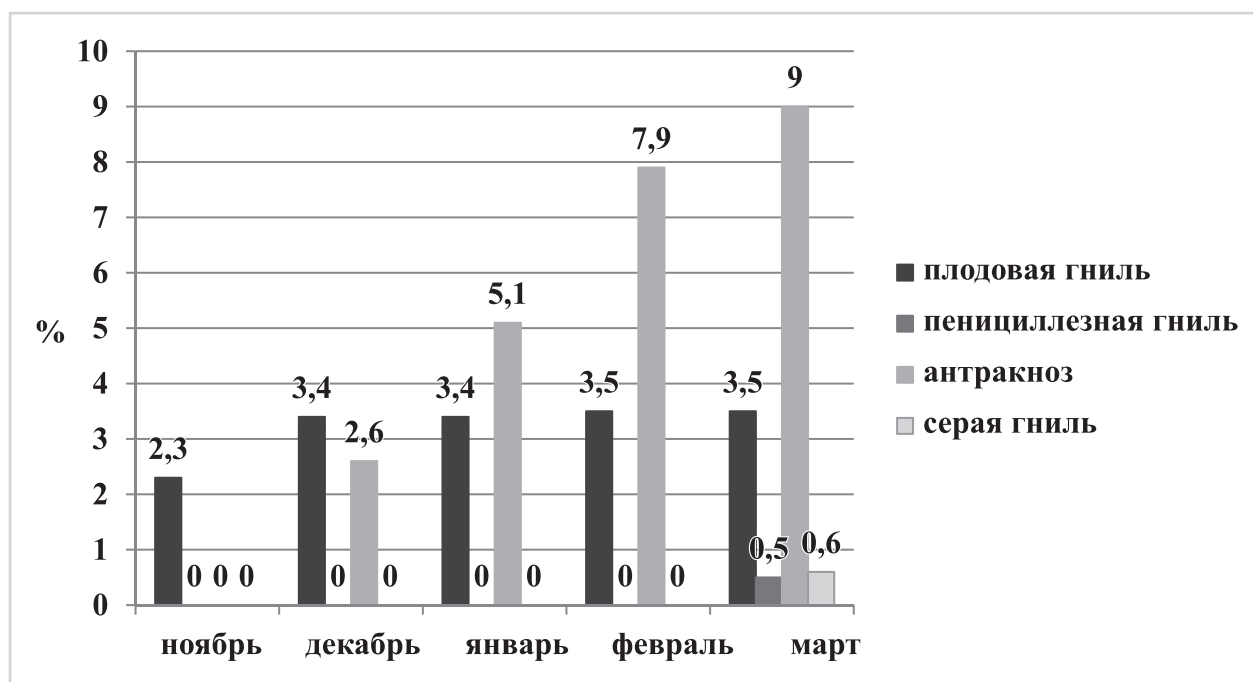


Рисунок 3 – Потери плодов сорта Имант от пораженности инфекционными болезнями в период хранения в динамике (2015–2018 гг.)

Товарные показатели плодов яблони после длительного хранения, % к первоначальному весу при закладке (2015–2018 гг.)

Сорт	Здоровые плоды	Естественная убыль	Инфекционные болезни				
			всего	в том числе			
				плодовая гниль	пенициллезная гниль	антракноз	серая гниль
Дарунак	79,2 ^b	6,0 ^a	14,8 ^a	1,9 ^a	2,2 ^b	9,9 ^b	0,8 ^b
Имант	80,6 ^b	5,8 ^a	13,6 ^a	3,5 ^b	0,5 ^a	9,0 ^b	0,6 ^a
Надзейны	70,0 ^a	7,1 ^b	22,9 ^b	9,8 ^c	5,1 ^c	5,4 ^a	2,6 ^c

Примечание – Данные с одинаковыми буквами в пределах столбцов статистически не различаются при $p < 0,05$ (критерий Дункана).

на уровне 13,6–22,9 %, несмотря на проводимую интенсивную систему защиты во время вегетации, что обуславливает продолжение поиска агроприемов и технологий, позволяющих эффективно лимитировать данные потери.

Литература

1. Demircan, V. Economic analysis of different cold stored types: a case study of Isparta province, Turkey / V. Demircan, M. Koyuncu // Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. – 2017. – Vol. 17. – P. 85–94.
2. Никитин, А. Л. Восприимчивость плодов новых сортов яблони к микробиологическим заболеваниям в зависимости от режимов хранения / А. Л. Никитин // Селекция и сортовая агротехника плодовых культур: сб. науч. тр. / ВНИИСПК; редкол.: М. Н. Кузнецов [и др.]. – Орёл, 2002. – С. 79–85.
3. Identification of Fusarium species isolated from stored apple fruit in Croatia / Z. Sever [et al.] // Archives of Industrial Hygiene and Toxicology. – 2012. – Vol. 63, № 4. – P. 463–470.
4. Причко, Т. Г. Сроки уборки и режимы хранения яблок с учетом сортовых особенностей: методические рекомендации / Т. Г. Причко. – Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2018. – 58 с.
5. Скрипникова, Е. В. Изучение влияния предуборочных и послуборочных факторов на устойчивость плодов яблони к грибным заболеваниям в условиях ЦЧР: автореф. дис. кан. с.-х. наук: 06.01.07; 06.01.11 / Е. В. Скрипникова; Всерос. науч.-исслед. ин-т садоводства им. И. В. Мичурина. – Мичуринск, 2004. – 26 с.
6. Characterisation of moulds from apple fruit in Hungary / O. Csernus [et al.] // Acta Alimentaria an International Journal of Food Science. – 2015. – Vol. 44, № 1. – P. 150–156.
7. Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия: СТБ 2288–2012. – Введ. 01.07.2013. – Минск: Госстандарт, 2013. – 16 с.
8. Tomala, K. Choroby i uszkodzenia owoców / K. Tomala // IV spotkanie sadownicze «Sandomierz'95», 7–8 lutego 1995 r. – Sandomierz, 1995. – S. 61–84.
9. Определитель болезней растений / М. К. Хохряков [и др.] // С. Пб.: Издательство «Лань», 2003. – 592 с.
10. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» для студентов 4 курса дневного отделения специальности «G 31 01 01 – Биология» / Авт.-сост. В. Д. Поликсенова, А. К. Храмцов, С. Г. Пискун. – Минск: БГУ, 2004. – 36 с.
11. Дженеев, С. Ю. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда / С. Ю. Дженеев, В. И. Иванченко. – Ялта: Институт виноградарства и вина «Магарач», 1998. – 198 с.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК; под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
13. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е, переработ. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

ИЗДАТЕЛЬ: ООО «Земледелие и защита растений»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. М. Богдевич, академик НАН Беларуси; **С. Ф. Буга**, доктор с.-х. наук; **Н. К. Вахонин**, кандидат технических наук; **И. А. Голуб**, академик НАН Беларуси; **С. И. Гриб**, академик НАН Беларуси; **Ю. М. Забара**, доктор с.-х. наук; **С. А. Касьянчик**, кандидат с.-х. наук; **Э. И. Коломиец**, член-корр. НАН Беларуси; **Н. В. Кухарчик**, доктор с.-х. наук; **В. Л. Маханько**, кандидат с.-х. наук; **П. А. Саскевич**, доктор с.-х. наук; **Л. И. Трепашко**, доктор биол. наук; **Э. П. Урбан**, член-корр. НАН Беларуси; **Л. П. Шиманский**, кандидат с.-х. наук; **В. Н. Шлапунов**, академик НАН Беларуси, **научный редактор**

РЕДАКЦИЯ: А. П. Будревич, М. И. Жукова, М. А. Старостина, С. И. Ярчакская. Верстка: Г. Н. Потеева

Адрес редакции: Республика Беларусь, 223011, Минский район, аг. Прилуки, ул. Мира, 2

Тел./факс: главный редактор: (017 75) 3-25-68, (029) 615-58-08; зам. главного редактора: (017) 509-24-89, (029) 640-23-10;

научный редактор: (017 75) 3-42-71, (033) 492-00-17

E-mail: ahova_raslin@tut.by

Журнал зарегистрирован Министерством информации Республики Беларусь 08.02.2010 (07.12.2012 перерегистрирован) в Государственном реестре средств массовой информации за № 1249

Редакция не всегда разделяет точку зрения авторов публикуемых материалов; за достоверность данных, представленных в них, редакция ответственности не несет. При перепечатке ссылка обязательна.

Подписано в печать 02.10.2019 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная Тираж 1200 экз. Заказ № 829. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «Акварель Принт» ООО «Промкомплекс». Ул. Радиальная, 40-202, 220070, Минск

ЛП 02330/78 от 03.03.2014 до 29.03.2019. Свидетельство о ГРИИРПИ № 2/16 от 21.11.2013 г.