

УДК 633.63:664.121

ПУТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ, ПОРАЖЕННОЙ СОСУДИСТЫМ БАКТЕРИОЗОМ

¹Кульнева Н.Г., ²Путилина Л.Н., ²Лазутина Н.А., ¹Свешников И.Ю.

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, e-mail: ngkulneva@yandex.ru;

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», п. ВНИИСС, Воронежская область, e-mail: lputilina@bk.ru

Сосудистый бактериоз – заболевание сахарной свеклы в период вегетации, приводящее к загниванию корнеплодов в поле. В процессе хранения в таких корнеплодах происходит скоротечное развитие бактериальной гнили. Проведены исследования динамики технологических показателей сахарной свёклы, пораженной сосудистым бактериозом, в процессе хранения. Анализ проводили при закладке свёклы на хранение, затем через каждые 7 дней хранения при оптимальных условиях: температура 2–4 °С, относительная влажность воздуха 88–92 %. В процессе хранения визуально отмечалось интенсивное развитие микрофлоры у пораженных корнеплодов. По результатам лабораторных исследований установлено, что в пораженной сосудистым бактериозом сахарной свекле в процессе хранения накопление нес сахаров происходит быстрее, чем в здоровой свекле. Особенно интенсивно увеличивается содержание нитратов, минеральных и азотистых соединений. Такая свекла непригодна для хранения и должна направляться в переработку как некондиционная. Для борьбы с болезнями корневой системы растений необходимы агротехнические приемы, среди которых предпочтительнее биологические средства защиты. В 2016 году во ВНИИСС проведены исследования по определению эффективности препарата Биокмпозит-коррект на посевах сахарной свеклы против сосудистого бактериоза. Обработка почвы биопрепаратом в норме 2 дм³/га способствовала снижению пораженности корнеплодов почвообитающими фитопатогенами. В опытном варианте она составила 2,3–5,3 %, в контрольном варианте – 13,8 %. Биокмпозит-коррект способствует повышению сахаристости на 0,81 абс. % в сравнении с контролем, прогнозируемого выхода сахара – на 0,69–1,22 абс. %, извлекаемости сахара из свёклы – на 2–3 %. Таким образом, препарат Биокмпозит-коррект эффективен для опрыскивания почвы перед посевом при расходе 2 дм³/га, снижая развитие сосудистого бактериоза и повышая технологическое качество сахарной свёклы.

Ключевые слова: сахарная свекла, сосудистый бактериоз, технологическое качество, Биокмпозит-коррект

WAYS OF TECHNOLOGICAL QUALITY FORMATION IN SUGAR BEET AFFECTED BY VASCULAR BACTERIOSIS

¹Kulneva N.G., ²Putilina L.N., ²Lazutina N.A., ¹Sveshnikov I.Yu.

¹Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, e-mail: ngkulneva@yandex.ru;

²Federal State Budgetary Scientific Institution «The A.L. Mazlumov

All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar», VNISS, Voronezh region, e-mail: lputilina@bk.ru

Vascular bacteriosis is a vegetation period disease of sugar beet resulting in beet root rotting in the field. Rapid development of bacterial rot occurs during storage in such beet roots. The study of the technological indicators' dynamics of sugar beet, affected by vascular bacteriosis, during storage has been studied. The analysis of beet was made just before storage and then after each 7 days of storage under optimal conditions: temperature of 2–4 °C, and relative air moisture of 88–92 %. During storage process intensive development of microflora in the affected beet roots was observed. According to the results of laboratory studies, it has been determined that during storage, nonsugars are accumulated quicker in sugar beet affected by vascular bacteriosis than in healthy beet. Content of nitrates and mineral and nitrogenous compounds increases especially intensively. Such beet is unfit for storage and should be processed as sub-standard one. To control diseases of plant root system, effective agrotechnical techniques are necessary among which biological means of protection are more preferable. In 2016, the studies for determining efficiency of biologic Biokompzit-correct against vascular bacteriosis in sugar beet field was conducted by the A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar. Soil cultivation with biologic in rate of 2 dm³/hectare promoted decrease in affection of beet roots by soil-dwelling phytopathogens. It was 2.3–5.3 % in the experiment and 13.8 % in the control variant. Biokompzit-correct increases sugar content by 0.81 absolute %, forecasted sugar yield by 0.69–1.22 absolute %, and extractability of sugar form beet by 2–3 %, as compared with the control. Thus, the biologic Biokompzit-correct is effective for spraying soil before sowing with consumption rate of 2 dm³/hectare as it reduces development of vascular bacteriosis and improves sugar beet technological quality.

Keywords: sugar beet, vascular bacteriosis, technological quality, Biokompzit-correct

Сосудистый бактериоз или бактериальная увядание – вредоносная болезнь сахарной свеклы в период вегетации, приводящая к потере части урожая вследствие ослабления тургора и загнивания корнеплодов в поле. Инфицированные корнеплоды с ме-

нее выраженными симптомами после уборки быстро загнивают. Во время хранения в полевых буртах в тканях таких корнеплодов происходит интенсивное размножение аэробных бактерий и скоротечное развитие бактериальной гнили, начинающейся

с хвостовой части. Возбудители – комплекс бактерий, обитающих в почве на растительных остатках и в ризосфере растений, но способных паразитировать в сосудистой системе корнеплода при ухудшении условий существования (засуха, быстрое иссушение почвы после ливневых осадков) [1].

Цель данного исследования – обеспечение высоких технологических показателей сахарной свёклы в процессе вегетации и хранения путем использования бактерицидных препаратов широкого спектра действия.

Материалы и методы исследования

Изучению подвергалась сахарная свёкла, пораженная сосудистым бактериозом. На хранение было заложено 2 партии свёклы: первая – здоровые корнеплоды, вторая – корнеплоды, пораженные сосудистым бактериозом. Анализ проводили при закладке свёклы на хранение, затем через каждые 7 дней хранения при оптимальных условиях – температура 2–4 °С, относительная влажность воздуха 88–92%. Оценку качества корнеплодов осуществляли в соответствии с методиками, принятыми в сахарном производстве.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе хранения визуально наблюдали изменение состояния свёклы: у пора-

женных сосудистым бактериозом корнеплодов интенсивность развития микрофлоры, вызывающей загнивание, выше. Изменение химического состава здоровых и пораженных корнеплодов отражено на рис. 1–5. По результатам лабораторных исследований установлено повышение содержания всех групп несахаров, причем у пораженной сахарной свёклы оно протекало быстрее, чем у здоровой [2].

С увеличением срока хранения свёклы происходит увеличение концентрации инвертазы в клеточном соке за счет продуцирования ее различными видами микроорганизмов, что приводит к увеличению в свёкле редуцирующих веществ (рис. 1). Редуцирующие вещества разлагаются в процессе очистки с образованием окрашенных соединений, способствуя повышению цветности продуктов и ухудшению качества сахара.

При хранении снижается содержание белков, что обусловлено высокой активностью протеолитических ферментов микробного происхождения, содержащихся в корнеплодах. У пораженной свёклы процесс разложения белков протекает более интенсивно, чем у здоровой свёклы (рис. 2). Результатом разложения белковых соединений является увеличение количества азотистых веществ, снижающих выход и повышающих цветность готового продукта.

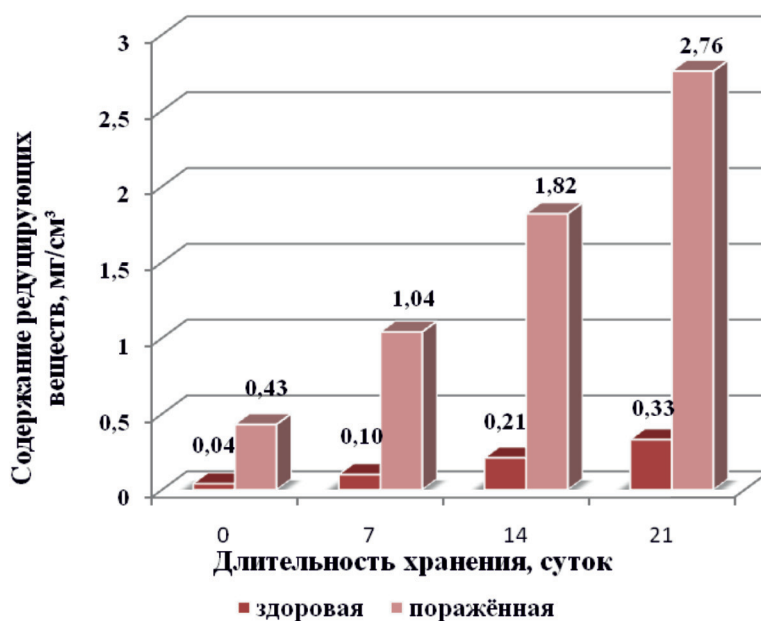
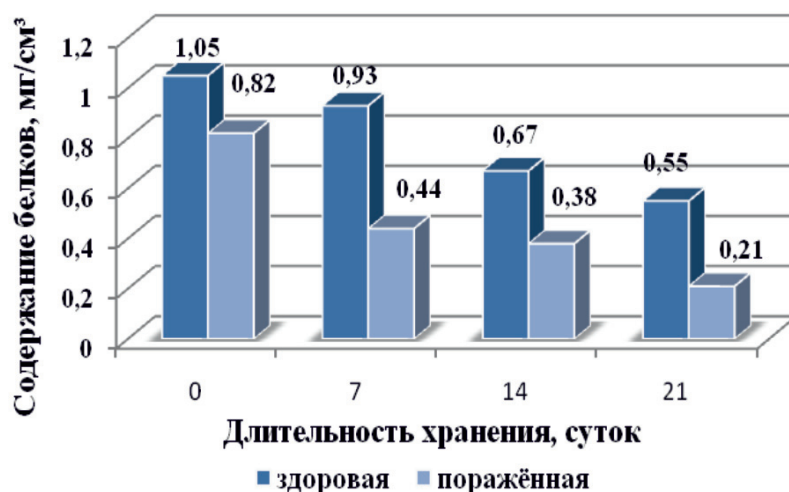


Рис. 1. Изменение содержания редуцирующих веществ в здоровой и пораженной свёкле при хранении



а



б

Рис. 2. Динамика белковых (а) и небелковых (б) азотистых соединений в процессе хранения здоровой и пораженной свёклы

Вследствие деятельности микроорганизмов накапливаются продукты разложения сахаров – органические кислоты, существенно снижающие рН свекловичного сока пораженной свеклы (рис. 3). Высокое содержание органических кислот катализирует разложение сахарозы, повышает цветность полупродуктов и готовой продукции, усиливает накипеобразование.

В процессе хранения выявлено увеличение количества нитратов и минеральных соединений (рис. 4, 5).

Содержание этих веществ зависит от климатических и агротехнических условий

возделывания свеклы, поэтому для здоровой свеклы их количество изменяется незначительно. В свекле, пораженной сосудистым бактериозом, источником для накопления нитратов являются продукты глубокого разложения органических веществ. При очистке они не удаляются, переходят в мелассу, увеличивая ее выход и потери сахарозы в производстве. Известно, что 1 часть этих веществ удерживает в мелассе 5 частей сахара.

Из проведенных исследований видно, что в пораженной сосудистым бактериозом сахарной свекле в процессе хранения нако-

пление сахара происходит быстрее, чем в здоровой свекле. Особенно интенсивно увеличивается содержание нитратов, минеральных и азотистых соединений. Такая свекла непригодна для хранения и должна направляться в переработку как некондиционная [3].

Наиболее действенные меры в борьбе с болезнями корневой системы растений – агротехнические. Но при используемых в настоящее время системах земледелия, когда агротехнические мероприятия как средство борьбы с вредными объектами или снижения их вредности подчас просто игнорируются, на первый план вышли химические средства защиты. Среди мероприятий по защите сельскохозяйственных культур от фитопатогенов химическая обработка посевов занимает ведущее место.

Она не является экологически безопасной и должна сочетаться с биологическими средствами защиты. Последние следует рассматривать как неотъемлемую составляющую интегрированной системы защиты в современном растениеводстве, а в ряде случаев и как единственное средство контроля фитопатогенов [4].

Компанией АО «Щелково Агрохим» разработан препарат «Биокомпозит-коррект», основу которого составляет консорциум нескольких видов бактерий. Препарат полифункционален, предназначен для повышения плодородия, восстановления почвенного микробиоценоза, нарушенного в результате интенсификации севооборотов с избыточным насыщением зерновых и пропашных культур [5].



Рис. 3. Изменение pH свекловичного сока здоровой и пораженной свёклы в процессе хранения

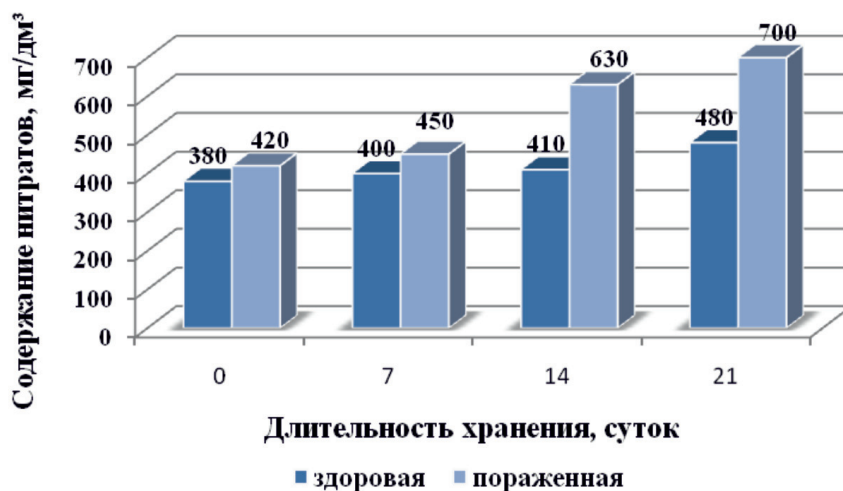


Рис. 4. Изменение количества нитратов в здоровой и пораженной свёкле



Рис. 5. Нарастание содержания минеральных соединений в процессе хранения здоровой и пораженной свёклы

В вегетационном сезоне 2016 г. во ВНИИСС были проведены исследования по определению эффективности препарата Биокомпозит-коррект на посевах сахарной свёклы против сосудистого бактериоза с последующим определением сахаристости и технологического качества корнеплодов.

Полевой мелкоделяночный опыт был заложен в паровом звене зернопаропропашного севооборота в трех повторениях. Почва – чернозём выщелоченный тяжело-суглинистый малогумусный (содержание гумуса в пахотном (0–30 см) слое почвы – 5,20% (по Тюрину), подвижных форм фосфора (P_2O_5) – 11,4 мг/100 г почвы (по Чирикову), обменного калия (K_2O) – 11,9 мг/100 г почвы (по Масловой), нитратного азота (NO_3^-) – 0,85 мг/100 г почвы, гидролитическая кислотность – 2,8 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 36,2 мг-экв/100 г почвы (по Каппену), степень насыщенности основаниями – 86%, $pH_{водн}$ 6,0 [4].

Схема опыта включала следующие варианты (табл. 1).

На опытном участке высевали семена гибрида Муррей (LION SEEDS, Великобритания). Сахаристость и технологические показатели корнеплодов определяли по стандартным методикам.

Метеорологические условия вегетационного периода 2016 г. сильно отличались от предыдущих лет обилием осадков в начале вегетации и более низкими температурами воздуха в мае, июне и сентябре (табл. 2).

Фитопатологическое обследование посевов сахарной свёклы перед уборкой показало относительно слабое развитие сосудистого бактериоза в прошедшем вегетационном сезоне. Тем не менее отмечено, что обработка почвы биопрепаратом в норме 2 $дм^3/га$ способствовала снижению пораженности корнеплодов сахарной свёклы почвообитающими фитопатогенами. Это особенно важно для ограничения развития сосудистого бактериоза [6]. Распространенность бактериального увядания в вариантах с применением Биокомпозит-корректа была на уровне 9,5% при норме расхода 1 $дм^3/га$ и 5,5% – при норме расхода 2 $дм^3/га$. Развитие болезни колебалось в пределах 2,3–5,3%; в контрольном варианте распространенность сосудистого бактериоза составила 13,8%.

По результатам технологической оценки корнеплодов сахарной свёклы сахаристость в вариантах опыта варьировала от 17,65 до 18,46%. Обработка почвы перед посевом препаратом «Биокомпозит-коррект» в норме 2 $дм^3/га$ (вариант II) позволила увеличить сахаристость на 0,81 абс.% в сравнении с контролем (17,65%) и на 0,35 абс.% в сравнении с вариантом I (норма расхода препарата 1 $дм^3/га$) (табл. 3).

Корнеплоды с опытных делянок имели лучшие технологические показатели: содержание α -аминного азота в 1,8–1,9 раза ниже, чем в контроле (2,63 ммоль/100 г свёклы); чистота клеточного и очищенного сока в среднем на 0,6–1,7% и 0,5–1,0% соответственно выше, чем в контрольном варианте.

Таблица 1

Схема опыта

Вариант		Срок внесения	Наименование препарата	Норма расхода, л/га
I	Опрыскивание почвы с немедленной заделкой препарата	Перед посевом	Биокомпозит-коррект	1,0
II	Опрыскивание почвы с немедленной заделкой препарата	Перед посевом	Биокомпозит-коррект	2,0

Таблица 2

Метеорологические условия периода вегетации по данным метеостанции ФГБНУ ВНИИСС, 2016 г.

Основные показатели	Месяцы					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Температура воздуха, °С						
а) средняя многолетняя	9,6	18,5	21,7	23,8	22,4	14,9
б) текущего года	10,2	16,2	20,6	24,0	22,5	13,2
Количество осадков, мм						
а) среднее многолетнее	31,5	53,0	59,7	62,2	62,9	46,1
б) текущего года	136,8	64,8	40,4	40,4	71,4	37,2
Гидротермический коэффициент						
а) текущего года	6,1	1,3	0,7	0,5	1,0	1,2

Таблица 3

Влияние препарата «Биокомпозит-коррект» на технологическое качество корнеплодов сахарной свёклы

Исследуемые параметры	Варианты		
	Контроль	I	II
Сахаристость, %	17,65	18,11	18,46
Массовая доля сухих веществ, %	26,48	25,67	25,32
Массовая доля редуцирующих веществ, %	0,099	0,067	0,064
Массовая доля углекислой золы, %	0,386	0,414	0,392
Содержание α-аминного азота, ммоль/100 г свёклы	2,63	1,48	1,35
Чистота клеточного сока, %	85,80	86,40	87,50
Массовая доля солей кальция, % СаО	0,052	0,027	0,024
Чистота очищенного сока, %	91,60	92,10	92,60
Прогнозируемый выход сахара, %	14,09	14,78	15,31
Коэффициент извлечения сахарозы из свёклы, %	79,8	81,6	82,9
Прогнозируемые потери сахарозы в мелассе, %	2,56	2,33	2,15

Определено, что при обработке почвы биофунгицидом прогнозируемый выход сахара варьировал от 14,78 (I) до 15,31% (II), что на 0,69–1,22 абс. % выше значения варианта без обработки (14,09%). В вариантах с применением препарата «Биокомпозит-коррект» отмечена лучшая извлекаемость сахара из свёклы. В опытных вариантах коэффициент извлекаемости сахарозы находился на уровне 81,6–82,9%, в контрольном варианте данный показатель составил 79,8%.

Выводы

Экспериментально установлено, что в пораженной сосудистым бактериозом сахарной свекле в процессе хранения происходит быстрое накопление нес сахаров, особенно нитратов, минеральных и азотистых соединений. Такая свекла непригодна для хранения и должна направляться в переработку как некондиционная.

Обработка почвы биопрепаратом в норме 2 дм³/га способствует снижению пора-

женности корнеплодов почвообитающими фитопатогенами: в опытном варианте она составила 2,3–5,3 %, в контрольном варианте – 13,8 %. Биокомпозит-коррект повышает сахаристость на 0,81 абс. % в сравнении с контролем, прогнозируемый выход сахара – на 0,69–1,22 абс. %, извлекаемость сахара из свёклы – на 2–3 %.

Список литературы

1. Сапронов Н.М. Прогнозирование результативности хранения сахарной свёклы / Н.М. Сапронов // Сахар. – 2011. – № 9. – С. 37–40.
2. Кульнева Н.Г. Динамика качества сахарной свёклы, поражённой сосудистым бактериозом / Н.Г. Кульнева, Л.Н. Путилина, И.Г. Селезнева // Актуальная биотехнология. – 2015. – № 4 (15). – С. 12–16.
3. Технологическая оценка сахарной свёклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации / Л.Н. Путилина [и др.] // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2016. – № 3. – С. 239–246.
4. Применение микробиологического препарата «Биокомпозит-коррект» в технологиях защиты сахарной свёклы от болезней / С.Д. Каракотов [и др.] // Сахарная свёкла. – 2017. – № 3. – С. 10–13.
5. Петровский А.С. Микробиологический препарат «Биокомпозит-коррект» / Под ред. чл.-корр. РАН С.Д. Каракотова. – Щёлково: АО «Щёлково Агрохим», 2016. – 32 с.
6. Селиванова Г.А. Причины широкого распространения корневых гнилей в ЦЧР / Г.А. Селиванова // Сахарная свёкла. – 2013. – № 5. – С. 27–31.

References

1. Sapronov N.M. Prognozirovanie rezultativnosti hranenija saharnoj svekly / N.M. Sapronov // Sahar. 2011. no. 9. pp. 37–40.
2. Kulneva N.G. Dinamika kachestva saharnoj svekly, porazhennoj sosudistym bakteriozom / N.G. Kulneva, L.N. Putilina, I.G. Selezneva // Aktualnaja biotehnologija. 2015. no. 4 (15). pp. 12–16.
3. Tehnologicheskaja ocenka saharnoj svekly, inficirovannoj vozbuditeljami sosudisto-go bakterioza v period vegetacii / L.N. Putilina [i dr.] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij. 2016. no. 3. pp. 239–246.
4. Primenenie mikrobiologicheskogo preparata «Biokompozit-korrekt» v tehnologijah za-shhity saharnoj svjokly ot boleznej / S.D. Karakotov [i dr.] // Saharnaja svjokla. 2017. no. 3. pp. 10–13.
5. Petrovskij A.S. Mikrobiologicheskij preparat «Biokompozit-korrekt» / Pod red. chl.-korr. RAN S.D. Karakotova. Shhelkovo: AO «Shhelkovo Agrohimi», 2016. 32 p.
6. Selivanova G.A. Prichiny shirokogo rasprostraneniya kornevyh gnilej v CChR / G.A. Selivanova // Saharnaja svekla. 2013. no. 5. pp. 27–31.