

УДК 633.63:664.121

Выбор параметров бактерицидной обработки свеклы низкого качества перед закладкой на хранение

Кульнева Надежда Григорьевна

доктор техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Адрес: 394036, г. Воронеж, проспект Революции, 19

E-mail: ngkulneva@yandex.ru

Путилина Людмила Николаевна

кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной

свёклы имени А.Л. Мазлумова»

Адрес: 396030, Воронежская обл., ВНИИСС, д.86

E-mail: lputilina@bk.ru

Высокий уровень производства свеклы как единственного отечественного источника сырья для производства сахара обеспечивает получение большого объема готовой продукции. Заготовленное сырье необходимо сохранить до момента переработки, не допуская развития заболеваний в период хранения корнеплодов. Многолетние обследования свекловичных посевов в разных районах Центрально-Чернозёмного региона выявили высокую вредоносность болезней корнеплодов сахарной свёклы, в том числе сосудистого бактериоза. Причинами массового развития болезней корневой системы являются нарушение агротехники возделывания, неблагоприятные погодные условия, преобладание восприимчивых к местным патогенам зарубежных гибридов в сортаменте культуры. Поражённое бактериями свекловичное сырьё со слабо выраженными симптомами болезни попадает на переработку как здоровое, что может являться одной из главных причин снижения выхода сахара на свеклосахарных заводах. В процессе хранения инфицированное сырьё легко подвергается микробиологической порче. Для подавления фитопатогенной микрофлоры наибольшее распространение получили химические способы защиты. В качестве бактерицидного препарата предлагается применение бензойной кислоты. Целью исследований являлось определение параметров бактерицидной обработки инфицированной сосудистым бактериозом сахарной свеклы перед закладкой на хранение, обеспечивающих сохранность ее качества. Для выбора параметров процесса использовали математические методы планирования эксперимента. В результате статистической обработки экспериментальных матричных данных при помощи программного комплекса SGWIN были получены уравнения регрессии, позволяющие оценить влияние исследуемых факторов X_1 и X_2 на эффективность обработки сахарной свеклы перед закладкой на хранение. Установлено, что обработка корнеплодов раствором бензойной кислоты концентрацией 0,1 % при расходе рабочего раствора 1,6 % к массе свеклы обеспечивает высокую эффективность переработки сырья: содержание белковых соединений в диффузионном соке – 0,25 мг/см³; содержание редуцирующих веществ 0,22 мг/см³ – в диффузионном соке и 0,046 мг/см³ – в очищенном соке; чистота диффузионного сока – 84,9 % и очищенного сока – 89,1 %; цветность очищенного сока – 322 ед. опт. плотности. Бактерицидная обработка перед закладкой свеклосырья на хранение при выбранных значениях параметров позволит снизить разложение белковых веществ на 22,6 %, образование редуцирующих веществ на 12,0 % в сравнении с корнеплодами, заложенными на хранение без обработки. Это обеспечит повышение качественных показателей диффузионного и очищенного сока, и, в конечном итоге, увеличение выхода сахара за счет снижения его потерь при хранении и переработке.

Ключевые слова: сахарная свекла, хранение, технологическое качество, бактерицидная обработка, концентрация и расход бензойной кислоты, диффузионный и очищенный сок

Среди технических культур по эффективности Дорогавцева, Быканова, Жмакина, 2014). В выращивании сахарная свекла занимает одно последние годы высокий уровень её производства из ведущих мест (Авдониная, 2012; Святова, обеспечивает получение большого объема

продукции, которую необходимо сохранить до момента переработки, не допуская развития заболеваний в период хранения корнеплодов (Сапронов, 2011; Долгополова, 2011; Еникиев, Исламгулов, 2013; Мослемзаде, Касумова, Набиев, 2010; Чернявская, 2004; Жеряков, Котлов, 2017; Рудаков, Морозов, Седых, 2010; Рудаков, Морозов, Седых, Сидельников, 2008; Сапронов, Морозов, Цуканов, 2007; Смирнов, 2015; Борисюк, 2014; Костин, Мударисов, Решетникова, Федорова, 2016). Наиболее опасным заболеванием в этот период является кагатная гниль, возникновение и развитие которой в большей степени зависит от общего физиологического состояния растений в период вегетации (Селиванова, 2013; Стогниенко, Воронцова, 2015; Шамин, Стогниенко, Боронтов, 2013).

Многолетние обследования свекловичных посевов в разных районах ЦЧР выявили высокую вредоносность болезней сахарной свёклы (фузариоза, сосудистого бактериоза и других), потери урожая от которых в отдельные годы составляли до 50%. Анализ ситуации в свекловодстве показал, что причинами массового развития указанных болезней корневой системы являются нарушение агротехники возделывания в сочетании с неблагоприятными погодными условиями, а также преобладание восприимчивых к местным патогенам зарубежных гибридов в сортаменте культуры (Путилина, Кульнева, Селиванова, Землянухина, 2016).

Следует отметить, что вредоносность сосудистого бактериоза сахарной свёклы обусловлена не только большим процентом гибели растений во время вегетации, но и скрытым характером ее развития при благоприятных погодных условиях, когда не наблюдается видимых признаков поражения. Поражённое бактериями свекловичное сырьё со слабо выраженными симптомами болезни (поражение 1-3 балла) попадает на переработку как здоровое, что может являться одной из главных причин снижения выхода сахара на свеклосахарных заводах (Тютюрев, 2002; Путилина, Кульнева, Селиванова, Землянухина, 2016). В процессе хранения инфицированное сосудистым бактериозом сырьё легко подвергается микробиологической порче, происходит значительное нарастание различных групп нес сахаров – редуцирующих, небелковых азотистых веществ, нитратов и минеральных соединений за счет высокой интенсивности метаболических процессов сопутствующей микрофлоры (Кульнева, Путилина, Селезнева, 2015).

Для подавления фитопатогенной микрофлоры наибольшее распространение получили химические способы защиты, заключающиеся в использовании препаратов консервирующего, антисептического и ростиингибирующего действия (известковая суспензия, пирокатехин, Текто, Фитоспорин-М и другие) (Кульнева, Селезнева, Свешников, Казакевич, 2017; Каракотов, Селиванова, Путилина, Денисов, 2017; Петровский, 2016; Беседин, Пигорев, Ишков, 2017; Шпаар, Дрегер, Захаренко, 2012; Чернявская, Никулина, 2012).

Одним из рекомендуемых препаратов является бензойная кислота, которая проявляет угнетающее действие на дрожжи, бактерии и плесневые грибы, подавляет в клетках активность ферментов, отвечающих за окислительно-восстановительные реакции, а также ферментов, расщепляющих сахара (Петров, Бальян, Трощенко, 2002). Эффективность бензойной кислоты в качестве бактерицидного препарата экспериментально подтверждена в результате обработки свекловичной стружки перед экстрагированием (Путилина, Селезнева, Свешников, Кульнева, 2018).

В свете вышеизложенного, целью исследований являлось определение рациональных параметров бактерицидной обработки инфицированных сосудистым бактериозом корнеплодов сахарной свёклы перед закладкой их на хранение, обеспечивающих сохранность ее качества.

Методика проведения

Научные исследования проводились в лаборатории хранения и переработки сырья ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова» и на кафедре технологии бродильных и сахаристых производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ» с использованием общепринятых методов анализа свёклы и полупродуктов сахарного производства (Лосева, Ефремов, Квитко, 2008).

Для выбора параметров бактерицидной обработки сахарной свёклы применяли математические методы планирования эксперимента. В качестве факторов, влияющих на эффективность бактерицидной обработки инфицированных сосудистым бактериозом корнеплодов перед закладкой их на хранение, были выбраны: X_1 – концентрация раствора бензойной кислоты, %; X_2 – расход рабочего раствора, % к массе свёклы. Критериями оценки влияния исследуемых факторов на эффективность бактерицидной

обработки свеклы перед закладкой на хранение были выбраны:

- Y_1 – содержание белковых соединений в диффузионном соке, мг/см³;
- Y_2 – содержание редуцирующих веществ в диффузионном соке, мг/см³;
- Y_3 – чистота диффузионного сока, %;
- Y_4 – чистота очищенного сока, %;
- Y_5 – содержание редуцирующих веществ в очищенном соке, мг/см³;
- Y_6 – цветность очищенного сока, ед. оптической плотности.

Программа исследований была заложена в матрицу планирования эксперимента (Таблица 1).

В исследованиях использовали корнеплоды, пораженные сосудистым бактериозом на 1-3 балла, перед закладкой на хранение их обрабатывали раствором бензойной кислоты разной концентрации (0.03; 0.05; 0.10; 0.15; 0.17 %) и с разным расходом исследуемого раствора (1.6; 2.0; 3.0; 4.0; 4.4 % к массе свеклы) в соответствии с матрицей планирования эксперимента (см. Таблицу 1). Контролем служил вариант без обработки.

После бактерицидной обработки корнеплоды хранили 30 дней в корнехранилище ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова» при температуре 2-4°C и относительной влажности воздуха 85-90%. По истечении срока хранения из свеклы получали и анализировали диффузионный и очищенный соки. Диффузию проводили в течение 60 мин при температуре 70-72°C при перемешивании с последующим разделением обессахаренной стружки и диффузионного сока. В полученном диффузионном соке определяли чистоту,

содержание белка и редуцирующих веществ. Далее диффузионный сок подвергали физико-химической очистке.

Результаты исследования

Визуальное наблюдение за изменением состояния сахарной свёклы показало, что наиболее интенсивно развитие микрофлоры происходило у корнеплодов, не прошедших бактерицидную обработку.

В результате статистической обработки экспериментальных матричных данных при помощи программного комплекса SGWIN были получены уравнения регрессии, позволяющие оценить влияние исследуемых факторов X_1 и X_2 на эффективность бактерицидной обработки свеклы перед хранением:

$$\begin{aligned} Y_1 &= 3,614 \cdot 10^{-1} - 1,767 \cdot 10^{-3} X_1 + 6,462 \cdot 10^{-2} X_2 + 0,02 X_1 X_2 + 1,518 \cdot 10^{-3} X_1^2 - 5,004 \cdot 10^{-3} X_2^2 \\ Y_2 &= 3,729 \cdot 10^{-1} - 1,965 \cdot 10^{-2} X_1 + 1,377 \cdot 10^{-2} X_2 + 0,061 X_1 X_2 - 9,318 \cdot 10^{-3} X_1^2 - 6,193 \cdot 10^{-3} X_2^2 \\ Y_3 &= 82,549 + 1,712 \cdot 10^{-1} X_1 - 2,345 X_2 - 0,751 X_1 X_2 - 6,625 \cdot 10^{-1} X_1^2 - 4,624 \cdot 10^{-1} X_2^2 \\ Y_4 &= 87,499 + 3,889 \cdot 10^{-1} X_1 - 1,307 X_2 - 0,451 X_1 X_2 - 8,749 \cdot 10^{-2} X_1^2 - 1,875 \cdot 10^{-1} X_2^2 \\ Y_5 &= 5,999 \cdot 10^{-2} - 1,012 \cdot 10^{-3} X_1 + 5,273 \cdot 10^{-3} X_2 - 4,248 \cdot 10^{-3} X_1^2 - 3,248 \cdot 10^{-3} X_2^2 \\ Y_6 &= 343,503 - 9,578 \cdot 10^{-1} X_1 + 35,158 X_2 + 12,75 X_1 X_2 + 11,874 X_1^2 + 12,124 X_2^2 \end{aligned}$$

Для оценки степени влияния входных параметров X_i на выходные Y_i приведена графическая интерпретация уравнений регрессии, позволяющая определить рациональные параметры бактерицидной обработки корнеплодов с использованием раствора бензойной кислоты (Рисунки 1-4) и выделить факторы, наиболее влияющие на данный процесс.

Таблица 1

Матрица планирования и результаты экспериментальных исследований

№ п/п	Изменяемые параметры				Выходные параметры					
	кодированные		физические		экспериментальные					
	X_1	X_2	X_1	X_2	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
1	+1	+1	0.15	4.0	0.45	0.275	78.4	86.0	0.055	414
2	+1	-1	0.15	2.0	0.29	0.434	84.5	88.6	0.053	325
3	-1	+1	0.05	4.0	0.43	0.503	79.4	85.4	0.064	394
4	-1	-1	0.05	2.0	0.33	0.285	82.8	87.9	0.046	344
5	+1.414	0	0.17	3.0	0.39	0.473	81.3	87.1	0.054	368
6	-1.414	0	0.03	3.0	0.40	0.525	80.8	86.2	0.058	372
7	0	+1.414	0.10	4.4	0.44	0.276	78.3	85.6	0.061	418
8	0	-1.414	0.10	1.6	0.25	0.220	84.9	89.1	0.046	322
9	0	0	0.10	3.0	0.36	0.372	82.5	87.5	0.060	342
10	0	0	0.10	2.0	0.28	0.291	84.4	88.7	0.051	324

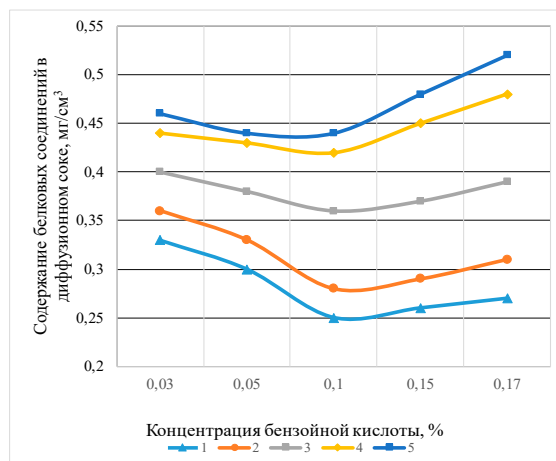
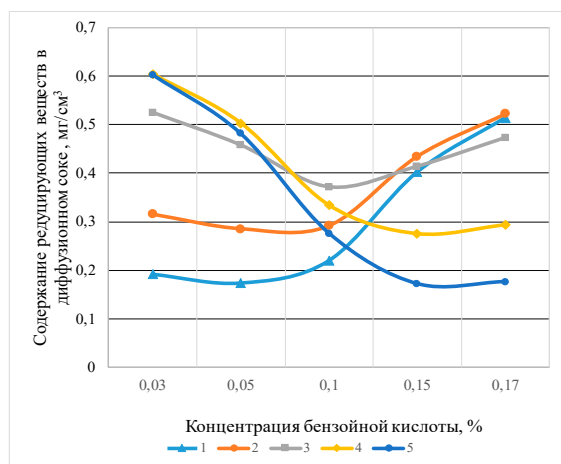
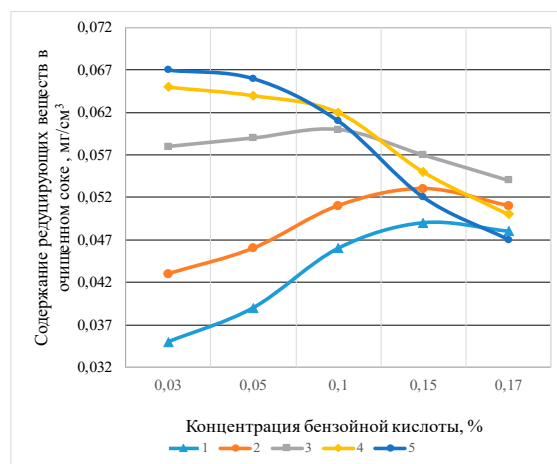


Рисунок 1. Содержание белковых соединений в диффузионном соке в зависимости от концентрации раствора бензойной кислоты при его расходе: 1 – 1.6; 2 – 2.0; 3 – 3.0; 4 – 4.0; 5 – 4.4% к массе свеклы.

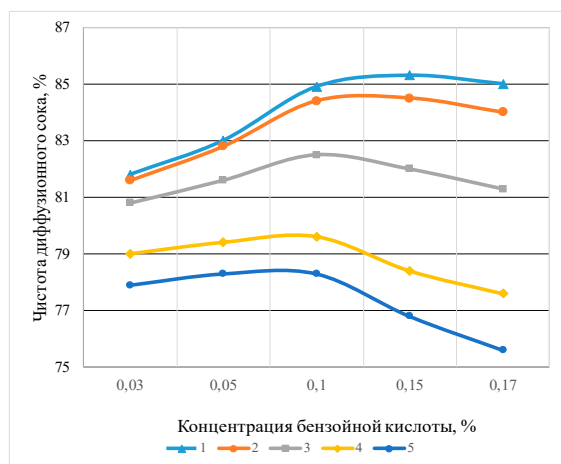


а)

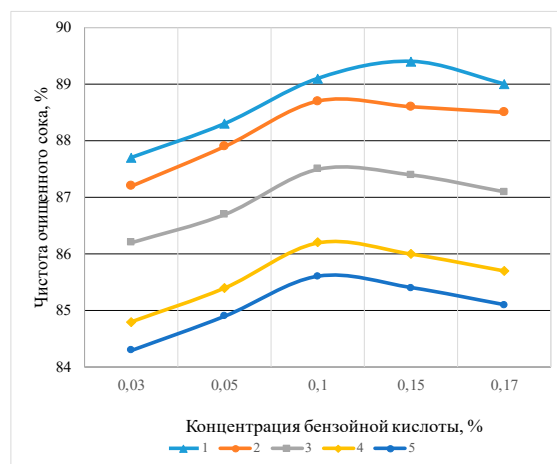


б)

Рисунок 2. Зависимость содержания редуцирующих веществ в диффузионном (а) и очищенном (б) соке от концентрации раствора бензойной кислоты при его расходе: 1 – 1.6; 2 – 2.0; 3 – 3.0; 4 – 4.0; 5 – 4.4 % к массе свеклы.



а)



б)

Рисунок 3. Чистота диффузионного (а) и очищенного (б) сока при различной концентрации раствора бензойной кислоты и его расходе: 1 – 1.6; 2 – 2.0; 3 – 3.0; 4 – 4.0; 5 – 4.4% к массе свеклы.

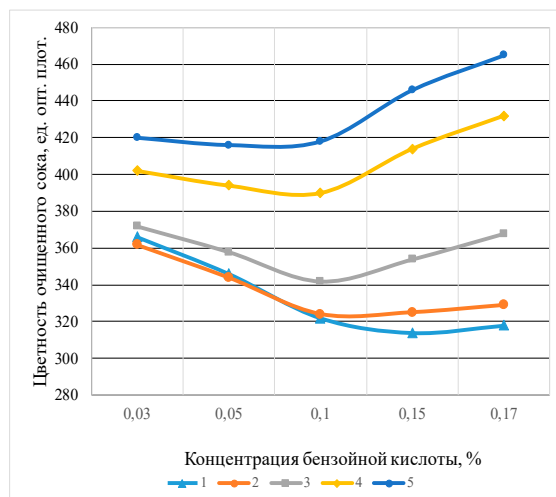


Рисунок 4. Цветность очищенного сока в зависимости от концентрации раствора бензойной кислоты при его расходе: 1 – 1.6; 2 – 2.0; 3 – 3.0; 4 – 4.0; 5 – 4.4 % к массе свеклы.

Обсуждение результатов исследования

Установлено (Рисунок 1), что при повышении концентрации раствора бензойной кислоты до 0.1% содержание белковых соединений в диффузионном соке снижалось, а затем увеличивалось. Наименьшее количество белковых веществ отмечено при расходе бактерицидного раствора 1.6-2.0% к массе свеклы.

При расходе раствора бензойной кислоты 1.6-2.0% с повышением её концентрации увеличивалось количество редуцирующих веществ в диффузионном и очищенном соке (Рисунок 2); при расходе бактерицидного реагента 4.0-4.4% к массе свёклы – наоборот, отмечено уменьшение количества данных нес сахаров при повышении концентрации раствора.

Наилучшие показатели чистоты диффузионного и очищенного сока (Рисунок 3) наблюдались при расходе раствора бензойной кислоты 1.6% к массе свёклы. При концентрации бензойной кислоты в растворе до 0.1% чистота соков повышалась, а с увеличением значения данного параметра чистота, наоборот, уменьшалась.

Отмечено, что при концентрации раствора бензойной кислоты 0.05-0.10% к массе свёклы наблюдалось снижение цветности очищенного сока (Рисунок 4), а при дальнейшем увеличении концентрации данный показатель, наоборот, повышался. Наименьшая цветность очищенного сока получена при расходе бактерицидного реагента 1.6-2.0% к массе свёклы.

Экспериментально установлено, что обработка корнеплодов сахарной свеклы, поражённых сосудистым бактериозом, раствором бензойной кислоты с концентрацией 0.1% при расходе рабочего раствора 1.6% к массе свеклы обеспечивает высокую эффективность бактерицидной обработки сырья: содержание белковых соединений в диффузионном соке – 0.25 мг/см³; содержание редуцирующих веществ 0.22 мг/см³ – в диффузионном соке и 0.046 мг/см³ – в очищенном соке; чистота диффузионного сока – 84.9% и очищенного сока – 89.1%; цветность очищенного сока – 322 ед. оп. плотности. В отличие от известных способов, применяемых на стадии хранения сахарной свеклы, новым является то, что в качестве объекта исследований использовали поражённое бактериями свекловичное сырьё со слабо выраженными симптомами болезни и в качестве бактерицидного реагента для обработки инфицированных корнеплодов применяли раствор бензойной кислоты, эффективность которого была подтверждена результатами исследований.

Анализируя полученные результаты можно сделать заключение о целесообразности проведения обработки бензойной кислотой корнеплодов сахарной свеклы, поражённых сосудистым бактериозом, при следующих параметрах: концентрация реагента – 0.1%, расход рабочего раствора – 1.6% к массе свеклы. Данная бактерицидная обработка перед закладкой свеклосырья на хранение позволит снизить разложение белковых веществ на 22.6%, образование редуцирующих веществ на 12.0% в сравнении с корнеплодами, заложенными на хранение без обработки.

Заключение

Разработанный способ может быть использован на свеклоприемных пунктах сахарных заводов с целью сохранения качества инфицированных сосудистым бактериозом корнеплодов в процессе хранения.

Применение бензойной кислоты для обработки корнеплодов перед закладкой на хранение обеспечит повышение качественных показателей диффузионного и очищенного сока, и, в конечном итоге, увеличение выхода сахара за счет снижения его потерь при хранении и переработке.

Литература

- Авдониная И.А. Научные основы функционирования свеклосахарного подкомплекса // Современное развитие экономических и правовых отношений. Образование и образовательная деятельность: материалы международной научно-практической конференции. г. Димитровград. 27 апреля 2012. Димитровград: Технологический институт – филиал ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА имени П.А. Столыпина», 2012. С. 5-10.
- Беседин Н.В., Пигорев И.Я., Ишков И.В. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество гибридов сахарной свеклы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №1. С. 9-16.
- Борисюк П.Г. Особенности химического состава корнеплодов и их изменения во время хранения // Вестник сахарников Украины. 2014. № 11(102). С. 2-8.
- Долгополова Н.В. Хранение и переработка продукции растениеводства (на примере сахарной свеклы) // Аграрный вестник Урала. 2011. №3 (82). С. 66-69.
- Еникиев Р.И., Исламгулов Д.Р. Качественные требования к сахарной свекле // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 9. С. 13.
- Жеряков Е.В., Котлов С.А. Изменение технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы при полевом хранении в кагатах // Нива Поволжья. 2017. № 3. С. 27-33.
- Каракотов С.Д., Селиванова Г.А., Путилина Л.Н. Применение микробиологического препарата Биоккомпозит-коррект в технологиях защиты сахарной свёклы от болезней // Сахарная свёкла. 2017. № 3. С. 10-13.
- Костин В.И., Мударисов Ф.А., Решетникова С.Н., Федорова И.Л. Влияние сроков хранения корнеплодов сахарной свеклы в кагатах на выход сахара в ОАО «Ульяновский сахарный завод» // Сахарная свекла. 2016. № 5. С. 29-31.
- Кульнева Н.Г., Путилина Л.Н., Селезнева И.Г. Динамика качества сахарной свеклы, пораженной сосудистым бактериозом // Актуальная биотехнология. 2015. №4 (15). С. 12-16.
- Кульнева Н.Г., Селезнева И.Г., Свешников И.Ю., Казакевич С.Ю. Контроль показателей сахарной свёклы различного качества при хранении // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. № 4. С. 32-34.
- Лосева В.А., Ефремов А.А., Квитко И.В. Методы исследования свойств сырья и готовой продукции (теория и практика) // Воронеж. гос. технол. акад. Воронеж: ВГТА, 2008. 247 с.
- Мослемзаде Э.А., Касумова А.А., Набиев А.А. Изменение содержания химических компонентов в сахарной свекле при её хранении до переработки // Сахар. 2010. № 10. С. 50-52.
- Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия: Учебник для вузов. СПб: «Иван Фёдоров», 2002. 454 с.
- Петровский А.С. Микробиологический препарат Биоккомпозит - коррект / Под ред. чл.-корр. РАН С.Д. Каракотова. Щелково: АО «Щелково Агрохим», 2016. 32 с.
- Путилина Л.Н., Кульнева Н.Г., Селиванова Г.А., Землянухина О.А. Технологическая оценка сахарной свеклы, инфицированной возбудителями сосудистого бактериоза в период вегетации // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 3. С. 239-247.
- Путилина Л.Н., Селезнева И.Г., Свешников И.Ю., Кульнева Н.Г. Патент РФ №. 2640845 Способ получения диффузионного сока // Заявл. № 2016143518 от 07.11.2016; опубликовано 12.01.2018. Бюл. № 2.
- Рудаков В.О., Морозов Д.О., Седых А.Н. Способ, позволяющий сократить потери сахарной свеклы в кагатах // Защита и карантин растений. 2010. № 6. С. 66-67.
- Рудаков В.О., Морозов Д.О., Седых А.Н., Сидельников А.М. Использование биологического метода для повышения сохранности корнеплодов в кагатах // Сахарная свекла. 2008. № 3. С. 13-15.
- Сапронов Н.М., Морозов А.Н., Цуканов В.Н. Заготовка и хранение сахарной свеклы: организационные, технологические инновации // Сахар. 2007. № 8. С. 24-29.
- Сапронов Н.М. Прогнозирование результативности хранения сахарной свеклы // Сахар. 2011. № 9. С.

- 37-40.
- Святова О.В., Дорогавцева Н.Г., Быканова С.А., Жмакина О.С. Принцип сбалансированности основа совершенствования управления свеклосахарного подкомплекса АПК // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 5. С. 32-35.
- Селиванова Г.А. Причины широкого распространения корневых гнилей в ЦЧР // Сахарная свекла. 2013. № 5. С. 27-31.
- Смирнов М.А. Способ полевого хранения корнеплодов // Сахарная свекла. 2015. № 6. С. 36-40.
- Стогниенко О.И., Воронцова А.И. Видовой состав возбудителей кагатной гнили сахарной свеклы при краткосрочном хранении в полевых буртах // Защита и карантин растений. 2015. № 4. С. 26-28.
- Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений. СПб.: Рос. акад. с.-х. наук. Всерос. НИИ защиты растений, 2002. 328 с.
- Чернявская Л.И., Никулина О.К. Хранение корнеплодов сахарной свеклы с использованием химически и биологически активных препаратов // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2012. № 2 (16). С. 34-40.
- Чернявская Л.И. Потери сахарозы и их снижение при хранении сахарной свеклы // Сахар. 2004. №5. С. 24-27.
- Шамин А.А., Стогниенко О.И., Боронтов О.К. Влияние элементов агротехники на формирование фитопатогенного комплекса возбудителей и развитие микозов корневой системы сахарной свеклы // Земледелие. 2013. № 4. С. 35-38.
- Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. Сахарная свёкла (Выращивание, уборка, хранение). М.: ИД ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2012. 315 с.

The Choice of Parameters for Bactericide Treatment of Low Quality Beet Before Storage

Nadezhda G. Kulneva

*Voronezh State University of Engineering Technologies
19, Revolution Ave., Voronezh, Russian Federation, 394036
E-mail: ngkulneva@yandex.ru*

Lyudmila N. Putilina

*Federal State Budgetary Scientific Institution "The A.L. Mazlumov All-Russian
Research Institute of Sugar Beet and Sugar"
86, VNISS, Voronezh, Russian Federation, 394036
E-mail: lputilina@bk.ru*

The high production level of beet as an only domestic source of raw material to produce sugar provides obtaining of its great output. The prepared raw material is necessary to store till processing interfering with development of diseases during beet root storage period. Many year inspections of beet fields in different areas of the Central Black-Earth region have revealed a great harmfulness of sugar beet root diseases including vascular bacteriosis. The causes of mass root system disease development are incorrectness of cultivation agrotechnics, unfavorable weather conditions, and prevalence of foreign hybrids susceptible to local pathogens in sugar beet assortment. Bacteria affected beet raw material with weakly expressed disease symptoms is processed as the healthy ones that can be one of the main causes of sugar output reduction in sugar-beet-refineries. During storage, the infected raw material is easily damaged microbiologically. To suppress phytopathogenic microflora, chemical protection methods have gained the most widespread application. Benzoic acid is suggested to use as a bactericide. Aim of the investigation was to determine parameters of bactericide treatment of sugar beet infected with vascular bacteriosis before storage that provide safety of its quality. To choose of the process parameters, mathematical methods of experiment planning were used. As a result of statistical processing of the experimental matrix data with the help of program complex SGWIN, the regression equations were obtained allowing estimation of the X_1 and X_2 investigated factors' influence on effectiveness of sugar beet treatment before storage. It was revealed that beet root treatment with benzoic acid solution (0.1 % concentration, consumption being 1.6 % of beet mass) provided high effectiveness of raw material processing. Here, content of protein compounds in crude juice was 0.25 mg/sm³; content of reducing substances was 0.091 mg/sm³ in the crude juice and 0.034 mg/sm³ in clarified juice; purity of the crude juice was 84.9 % and the one of the clarified juice was 89.1 %; colourity of the clarified juice was 322 units of colour density. Bactericide treatment of beet row material before storage, with the chosen values of parameters, would permit to diminish protein compounds decomposition by 22.6 % and formation of reducing substances by 12.0 %, in comparison with the beet roots stored without treatment. It would provide improvement of quality characteristics of the crude and clarified juices and, finally, increase sugar output due to decrease of its losses during storage and processing.

Keywords: sugar beet, storage, technological quality, bactericide treatment, concentration and consumption of benzoic acid, diffusion and purified juice

References

- Analysis and Improvement of Approaches to Determine the Ice Fraction Water in Meat
- Avdonina I.A. Nauchnye osnovy funktsionirovaniya sveklosakharnogo podkompleksa [Scientific basis of sugar beet subcomplex functioning] // *Sovremennoe razvitiye ekonomicheskikh i pravovykh otnosheniy. Obrazovaniye i obrazovatel'naya deyatel'nost: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, g. Dimitrovgrad. 27 aprelya 2012. – Dimitrovgrad: Tekhnologicheskii institut filial FGBOU VPO «Ulyanovskaya GSKHA imeni P.A. Stolypina», 2012. S. 5-10.
- Besedin N.V, Pigorev I.Ya, Ishkov I.V. Vliyaniye biopreparatovna urozhaynost i kachestvo gibridov sakharney svekly [Influence of biologics on yield and quality of sugar beet roots] / *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii*. 2017. No.1. S. 9-16.
- Borisyuk P.G. Osobennosti khimicheskogo sostava korneplodov i ikh izmeneniya vo vremya khraneniya [Peculiarities of beet root chemical

- composition and their change during storage] // Vestnik sakharnikov Ukrainy. 2014. No.11(102). S. 2-8.
- Chernyavskaya L.I. Khranenie korneplodov sakharnoy svyokly s ispolzovaniem khimicheskikh i biologicheskikh aktivnykh preparatov [Storage of sugar beet roots using chemically and biologically active substances] / L.I. Chernyavskaya, O.K. Nikulina // Pishchevaya promyshlennost: nauka i tekhnologii. – 2012. – No.2 (16). – S. 34-40.
- Chernyavskaya L.I. Poteri sakharozy i ikh snizhenie pri khranении sakharnoy svyokly [Sucrose losses and their reduction during sugar beet storage] / L.I. Chernyavskaya // Sakhar. – 2004. – No.5. S. 24-27.
- Dolgopola N.V. Khraneniye i pererabotka produktsii rasteniyevodstva (na primere akharney svekly) [Storage and processing of plant cultivation products (sugar beet as an example)] // Agrarnyy vestnik Urala. 2011. No.3. (82). S. 66-69.
- Enikiyev R.I., Islamgulov D.R. Kachestvennyye trebovaniya k sakharnoy svekle [Qualitative requirements for sugar beet] // Sovremennyye naukomy tekhnologii. 2013. No.9. S. 13.
- Karakotov S.D., Selivanova G.A., Putilina L.N. Primeneniye mikrobiologicheskogo preparata Biokompozit-korrekt v tekhnologiyakh zashchity sakharnoy svekly ot bolezney [Using the microbiologic Biokompozit-korrekt in technologies of sugar beet protection from diseases] // Sakharnaya svekla. 2017. No. 3. S. 10-13.
- Kostin V.I., Mudarisov F.A., Reshetnikova S.N., Fedorova I.L. Vliyaniye srokov khraneniya korneplodov sakharnoy svekly v kagatakh na vykhod sakhara v OAO «Ulyanovskiy sakharnyy zavod» [Influence of sugar beet roots' period of storage in clamps upon sugar yield in OAO "Ulyanovsky sugar-refinery"] // Sakharnaya svekla. 2016. No.5. S. 29-31.
- Kulneva N.G., Putilina L.N., Seleznyova I.G. Dinamika kachestva sakharnoy svyokly, porazhonnoy sosudistym bakteriozom [The quality dynamics of sugar beet affected by vascular bacteriosis] // Aktualnaya biotekhnologiya. 2015. No.4 (15). S. 12-16.
- Kulneva N.G., Seleznyova I.G., Sveshnikov I.YU., Kazakevich S.Yu. Kontrol pokazateley sakharnoy svyokly razlichnogo kachestva pri khranении [Control of different quality sugar beet characteristics during storage] // Khraneniye i pererabotka selkhozsyrya. 2017. No.4. S. 32-34.
- Loseva V.A., Efremov A.A., Kvitko I.V. Metody issledovaniya svoystv syrya gotovoy produktsii (teoriya i praktika) [Methods of studying row material and finished products characteristics (theory and practice)] // Voronezh. gos. tekhnol. akad. – Voronezh: VGTA, 2008. 247 s.
- Moslemzade E.A., Kasumova A.A., Nabiyeu A.A. Izmeneniye soderzhaniya khimicheskikh komponentov v sakharnoy svekle pri eyo khranении do pererabotki [Change of chemical components' content in sugar beet during storage before processing] // Sakhar. 2010. No.10. S. 50-52.
- Petrov A.A., Balyan Kh.V., Troshchenko A.T. Organicheskaya khimiya: Uchebnik dlya vuzov [Organic chemistry: Textbook for higher education institutions] // SPb: «Ivan Fedorov». 2002. 454 s.
- Petrovskiy A.S. Mikrobiologicheskii preparat Biokompozit-korrekt [The microbiologic Biokompozit-korrekt] // Pod red. chl.-korr. RAN S.D. Karakotova. Shchelkovo: AO «Shchelkovo Agrokhim», 2016. 32 s.
- Putilina L.N., Kulneva N.G., Selivanova G.A., Zemlyanukhina O.A. Tekhnologicheskaya otsenka sakharnoy svyokly, infitsirovannoy vozbuditelyami sosudistogo bakterioza v period vegetatsii [Technological evaluation of sugar beet infected with vascular bacteriosis pathogenes during vegetation period] // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy. 2016. No.3. S. 239-247.
- Putilina L.N., Seleznyova I.G., Sveshnikov I.Yu., Kulneva N.G. Patent RF No.26040845 Sposob polucheniya difuzionogo soka [Method of obtaining diffusion juice] // Zayavl. No.2016143518 ot 07.11.2016, opublikovano 12.01.2018. Byul. No.2.
- Rudakov V.O., Morozov D.O., Sedykh A.N. Sposob, pozvolyayushchiy sokratit poteri sakharnoy svekly v kagatakh [A method allowing reduction of sugar beet losses in clamps] // Zashchita i karantin rasteniy. 2010. No.6. S. 66-67.
- Rudakov V.O., Morozov D.O., Sedykh A.N., Sidelnikov A.M. Ispolzovaniye biologicheskogo metoda dlya povysheniya sokhrannosti korneplodov v kagatakh [Using a biological method to increase beet root safety in clamps] // Sakharnaya svekla. 2008. No.3. S. 13-15.
- Sapronov N.M. Prognozirovaniye rezultativnosti khraneniya sakharnoy svekly [Forecasting effectiveness of sugar beet storage] // Sakhar. 2011. No.9. S. 37-40.
- Sapronov N.M., Morozov A.N., Tsukanov V.N. Zagotovka i khraneniye sakharnoy svekly: organizatsionnye, tekhnologicheskiye innovatsii [Sugar beet storage: organizing and technological innovations] // Sakhar. 2007. No.8. S. 24-29.
- Selivanova G.A. Prichiny shirokogo rasprostraneniya kornevykh gniley v TSCHR [Reasons of wide root rots' expansion in the Central Black-Earth Region] // Sakharnaya svekla. 2013. No.5. S. 27-31.
- Shamin A.A. Vliyaniye elementov agrotekhniki na formirovaniye fitopatogennogo kompleksa vozbuditely i razvitie mikozy kornevoy sistemy sakharnoy svyokly [Influence of agrotechnics'

- elements on formation of phytopathogen complex and development of mycoses in sugar beet root system] / A.A. Shamin, O.I. Stogniyenko, O.K. Borontov // Zemledeliye. – 2013. – No. 4. S.35-38.
- Shpaar D. Sakharnaya svekla (Vyrashchivanie, uborka, khranenie) [Sugar beet (Growing, harvesting, storage)] / D. Shpaar, D. Dreger, A. Zakharenko i dr. // Pod obshch. Red. D. Shpaara. – M.: ID ООО «DLV AGRODELO», 2012. 315 s.
- Smirnov N.I. Sposob polevogo khraneniya korneplodov [Method of beet root clamp storage] // Sakharnaya svekla. 2015. No.6. S. 36-40.
- Stogniyenko O.I., Vorontsova A.I. Vidovoy sostav vzbuditeley kagatnoy gnili sakharnoy svekly pri kratkosrochnom khranении v polevykh burtakh [Species composition of sugar beet clamp rot agents during storage in field clamps] // Zashchita i karantin rasteniy. 2015. No.4. S. 26-28.
- Svyatova O.V., Dorogavtseva N.G., Bykanova S.A., Zhmakina O.S. Printsip sbalansirovannosti osnova sovershenstvovaniya upravleniya sveklosakharnogo podkompleksa APK [Principle of balance is the basis for improvement of APK sugar-beet subcomplex management] // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2014. No.5. S. 32-35.
- Tyuterev S.L. Nauchnye osnovy indutsirovannoy bolezneustoychivosti rasteniy [Scientific basis of induced disease resistance in plants] Ros. akad. s.-kh. nauk. Vseros. NII zashchity rasteniy. Sankt-Peterburg, 2002. 328 s.
- Zheryakov E.V., Kotlov S.A. Izmeneniye tekhnologicheskikh kachestv korneplodov sakharnoy svekly pri olevom khranении v kagatakh [Change in technological qualities of sugar beet roots when being stored in field clamps] // Niva Povolzhya. 2017. No.3. S. 27-33.