УДК 633.63:664.121

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ БАКТЕРИЦИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Кульнева Н.Г., Жаркова И.М., Астапова Е.Н.

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

Актуальной проблемой свеклосахарного производства является обеспечение технологического качества сахарной свеклы и ее устойчивости к микробиологической порче в процессе хранения. В период хранения в корнеплодах протекают сложные биохимические процессы, регулируемые собственными ферментами и внесенными патогенной микрофлорой. Действие микроорганизмов нарушает естественные ферментативные процессы, снижает устойчивость корнеплодов к неблагоприятному воздействию, вызывает появление кагатной гнили. Высокая обсемененность свёклы приводит к затруднениям при ее переработке. Для подавления патогенной микрофлоры перед укладкой на хранение корнеплоды необходимо обрабатывать бактерицидными препаратами. Проведены исследования по выбору препарата, обеспечивающего эффективное хранение сахарной свёклы. Для обработки свеклы использовали хлорсодержащий реагент на основе дихлоризоциануровой кислоты (ДХЦН), бензойную кислоту и препарат Бетасепт. Эффективность действия препаратов оценивали визуально, по динамике накопления несахаров в процессе хранения и путем оценки технологических показателей качества свеклы путем ее лабораторной переработки, а также определением активности воды в образцах после хранения. В процессе хранения были отмечены существенные изменения в химическом составе корнеплодов. Результаты лабораторных исследований показали увеличение содержания всех групп несахаров в сахарной свекле, преимущественно в вариантах без обработки и после обработки Бетасепт. В корнеплодах снижается чистота свекловичного сока и содержание в нем белковых веществ, увеличивается концентрация нитратов, α-аминного азота и золы. Лучшее качество отмечено у корнеплодов, обработанных перед закладкой на хранение препаратом ДХЦН. В ходе лабораторной переработки сахарной свеклы было установлено, что обработка хлорсодержащим реагентом перед закладкой на хранение повышает технологические качества в сравнении с обработкой другими препаратами. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о целесообразности использования для объемной обработки сахарной свеклы перед закладкой на хранение раствора ДХЦН концентрацией 0,075 % в количестве 2 % к массе свеклы.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, хранение, технологическое качество, микробиологическая порча, бактерицидные препараты, активность воды

USING OF NEW GERMICIDES FOR SUGAR BEET STORAGE

Kulneva N.G., Zharkova I.M., Astapova E.N.

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

The actual problem of sugar beet production is the providing of sugar beet technological quality and its sustainability to microbiological damage in storage period. During the storage period, complex biochemical processes take place in the root-crops, being regulated by their own enzymes as well as brought in by pathogenic microflora. The effect of microorganisms disturbs the natural enzymatic processes, reduces the sustainability of root-crops to unfavorable influence, causes the appearance of gray rot. High microbial content in beets leads to difficulties in its processing. To reduce the pathogenic microflora before root-crops storage, it is necessary to treat them with bactericidal preparations. The studies have been carried out allowing to choose a preparation that ensures efficient sugar beet storage. For treating sugar beet, a chlorine-containing reagent was used based on dichloroisocyanuric acid (DHCN), benzoic acid and Betasept preparation. The efficiency of the preparations was estimated visually, by the dynamics of non-sugars` accumulation during the storage and by evaluating the technological parameters of beet quality by laboratory processing, and by determining water activity in the samples after storage. In the process of storage, significant changes in chemical composition of beet roots have been found. Laboratory study results have shown increasing content of all groups of non-sugars in sugar beet, mainly in samples without treatment and after treatment with Betasept preparation. Juice purity and albumens content in beet roots were reduced, and concentration of nitrates, α-amine nitrogen and ash was increased. The best quality is registered in beet roots that have been treated with the biologic preparation based on DHCN just before storage. During the laboratory sugar beet processing, it has been determined that treatment by chlorine-containing reagent before storage improves technological qualities as compared to treatment with other preparations. The carried out studies allow to draw a conclusion on the expediency of DHCN solution use in concentration 0,075% in quantity of 2% to the weight of beet roots, for overall treatment of sugar beet before putting it for storage.

Keywords: sugar beet production, storage, technological quality, microbiological damage, germicides, water activity

Сахарная свекла – ценная техническая культура, являющаяся единственным отечественным сырьевым ресурсом для производства сахара [1]. Актуальной проблемой свеклосахарного производства остается обеспечение технологического качества свеклы и ее устойчивости к микробиологической порче в процессе хранения [2].

В тканях сахарной свеклы микроорганизмы находят все необходимые элементы для метаболизма, при этом в корнеплодах накапливаются токсины и ферменты, раз-

рушающие метаболизм растений. Данные процессы снижают содержание сахарозы, способствуют накоплению растворимых азотистых и минеральных веществ, снижению технологических качеств заготовленного сырья [3].

В период хранения в корнеплодах протекает сложная совокупность биохимических процессов, которая регулируется биологическими катализаторами – ферментами. Нарушение взаимосвязи между отдельными ферментативными процессами ведет к снижению устойчивости тканей корнеплодов к действию микроорганизмов, что становится причиной появления кагатной гнили [4]. Чем больше обсемененность корнеплодов микроорганизмами, тем больше они разлагают сахарозу.

Активность окислительных ферментов усиливается в местах поражения корнеплодов, что также повышает дыхание, увеличивает потерю влаги. Для снижения потерь сахарозы, обусловленных деятельностью микроорганизмов, необходимо уменьшить повреждения корнеплодов во время уборки, погрузочно-разгрузочных операций при перевалках сырья [5].

Высокая обсемененность перерабатываемой сахарной свёклы приводит к затруднению экстрагирования сахарозы за счет газообразования, что сопровождается нарушением перемещения фаз в диффузионном аппарате, увеличивает накопление в процессе диффузии продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, повышает неучтенные потери сахарозы, снижает качество диффузионного сока и выход товарной продукции.

Для подавления фитопатогенной микрофлоры перед укладкой на хранение корнеплоды обрабатывают различными фунгицидными препаратами. Перспективным направлением хранения свёклы является использование различных биологических стимуляторов, входящих в состав растений и имеющих естественное происхождение. Находясь в растениях в малых количествах, они регулируют их рост и развитие, ускоряют или замедляют сроки созревания, интенсифицируют синтез пластических веществ, в том числе сахарозы, а также обеспечивают лучшую сохранность растительного сырья при длительном хранении.

Перед хранением необходимо проводить объёмную обработку корнеплодов в кагатах консервантами и антисептиками для подавления микробиологических и биохимических процессов. Для борьбы с прорастанием и загниванием используют различные химические и биологически активные препараты [6]. Наибольшее распространение получили химические способы защиты, заключающиеся в использовании препаратов консервирующего, антисептического и ростингибирующего действия (известковая суспензия, пирокатехин, Фалтан, Текто, Фитоспорин-М и другие).

Химические методы защиты корнеплодов с учетом условий охраны окружающей среды должны предусматривать использование минимальных количеств препаратов, что возможно при применении составов комплексного действия, которые оказывают влияние на разные функции обмена веществ патогенов и позволяют значительно уменьшить количество препарата, необходимое для подавления их жизнедеятельности.

Материалы и методы исследования

Проведены исследования по выбору препарата для обработки сахарной свёклы при закладке на хранение. Исследовали влияние препаратов на эффективность переработки свеклы по показателям диффузионного и очищенного сока.

Для обработки свеклы использовали хлорсодержащий реагент на основе дихлоризоциануровой кислоты (ДХЦН). Препараты, содержащие хлор, оказывают антисептическое и дезинфицирующее действие. Механизм действия этих препаратов состоит в хлорирующем и окислительном эффекте. Растворяясь в воде, хлор образует хлористоводородную и хлорноватистую кислоты. При реакции с белковыми соединениями образуются соединения типа хлораминов, легко отдающие атомарный хлор, который денатурирует белки и разрушает клеточные мембраны микробной клетки. Кроме этого, хлорноватистая кислота, в свою очередь, разлагаясь, выделяет атомарный кислород, который окисляет ряд жизненно важных ферментов микробной клетки. Данный препарат не вызывает коррозию металла.

В качестве сравнения были взяты бензойная кислота и препарат Бетасепт.

Бензойная кислота, блокируя ферменты, замедляет обмен веществ в одноклеточных организмах. Она подавляет рост плесени, дрожжей и некоторых бактерий. Механизм действия начинается с абсорбции бензойной кислоты клеткой. Но бензойная кислота проявляет антимикробное действие только в кислых пищевых продуктах, а свекловичный сок имеет слабокислую среду.

Бетасепт – вспомогательное технологическое антисептическое средство, используемое для профилактики и оперативного уничтожения посторонней микрофлоры в производстве сахара. Главные действующие вещества препарата – это абиотические вещества биохимического синтеза, комплексно воздействующие на метаболизм вегетирующих клеток микроорганизмов, нарушая в них синтез ДНК, веществ клеточной стенки и веществ энергетического и белкового метаболизма. Бетасепт обладает бактерицидным действием, подавляет развитие молочнокислых микроорганизмов. Активно уничтожает опасные для производства слизеобразующие молочнокислые микроорганизмы (лейконостоки).

Для исследования было заложено на хранение 4 партии свеклы: без обработки, обработанные бензойной кислотой, Бетасепт и ДХЦН.

Свеклу хранили 30 дней при условиях: температура 2–4 °С, относительная влажность воздуха 88–90 %. Далее из свеклы получали и анализировали свекловичный сок, диффузионный сок и очищенный сок второй сатурации.

Диффузию проводили в течение 60 минут при температуре 70–72 °С. Диффузионный сок подвергали физико-химической очистке с использованием гидроокиси кальция и диоксида углерода по общепринятой схеме [7]. Анализ полупродуктов осуществляли по чистоте, количеству белковых соединений, редуцирующих веществ, pH. Содержание этих веществ зависит от климатических и агротехнических условий возделывания свеклы, поэтому для здоровой свеклы их количество изменяется незначительно. В свекле инфицированной 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 одна часть этих веществ удерживает в мелассе до пяти частей сахара.

Результаты исследования и их обсуждение

При визуальной оценке корнеплодов, обработанных реагентами и заложенных на хранение без обработки, наблюдали различия в качестве свеклы. Корнеплоды без обработки после хранения были значительно сильнее повреждены микрофлорой.

Существенные изменения были отмечены в химическом составе корнеплодов во время хранения. По результатам лабораторных исследований установлено увеличение содержания всех групп несахаров в сахарной свекле, особенно у необработанной и после обработки Бетасепт. У необработанных корнеплодов резко снижается чистота свекловичного сока и содержание в нем белковых веществ, увеличивается концентрация нитратов, α-аминного азота и золы. Лучшее качество отмечено у корнеплодов, обработанных перед закладкой на хранение препаратом на основе ДХЦН.

В ходе лабораторной переработки сахарной свеклы было установлено, что обработка хлорсодержащим реагентом перед закладкой на хранение повышает технологические качества в сравнении с обработкой другими препаратами (рис. 1–4).

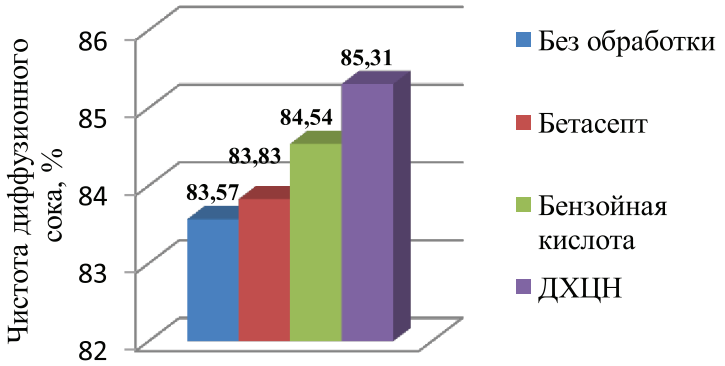

Рис. 1. Чистота диффузионного сока при переработке свеклы с применением различных препаратов перед закладкой на хранение

Наблюдалось низкое содержание редуцирующих веществ в образце, обработанном ДХЦН, в сравнении с другими препаратами. С увеличением срока хранения свеклы происходит увеличение концентрации инвертазы в клеточном соке за счет продуцирования ее различными видами микроорганизмов, что приводит к увеличению в свекле редуцирующих веществ. Редуцирующие вещества в процессе сгущения сока участвуют в образовании окрашенных соединений, способствуя повышению цветности продуктов и ухудшению качества сахара.

У образца после обработки ДХЦН переход белковых соединений в диффузионный сок происходит менее интенсивно в сравнении с другими препаратами. Результатом разложения белковых соединений является увеличение количества азотистых веществ, т.к. при распаде белков происходит высвобождение азота. Содержание азотистых соединений играет важную роль в производстве сахара, т.к. чем выше содержание вредного азота в свекле, тем хуже качество перерабатываемого сырья, ниже выход и выше цветность готового сахара.

Комплексным показателем, позволяющим оценить технологическое качество корнеплодов, является чистота очищенного сока. Установлено, что хранение необработанных корнеплодов или обработка Бетасепт не обеспечивают хорошие технологические показатели при переработке свеклы. Наиболее высокое значение чистоты достигается после обработки свеклы ДХЦН, что препятствует накоплению значительного количества несахаров в свекле и повышает эффективность ее переработки.

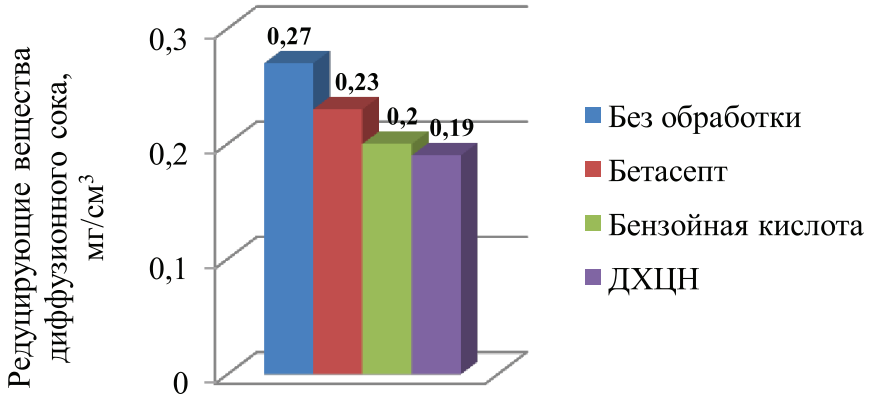

Рис. 2. Содержание редуцирующих веществ в диффузионном соке при хранении свеклы с применением исследуемых препаратов

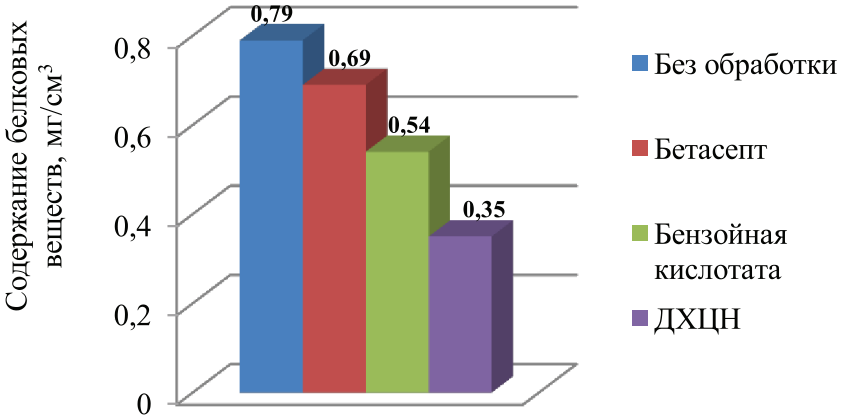

Рис. 3. Содержание белковых веществ в диффузионном соке при хранении свеклы с применением исследуемых препаратов

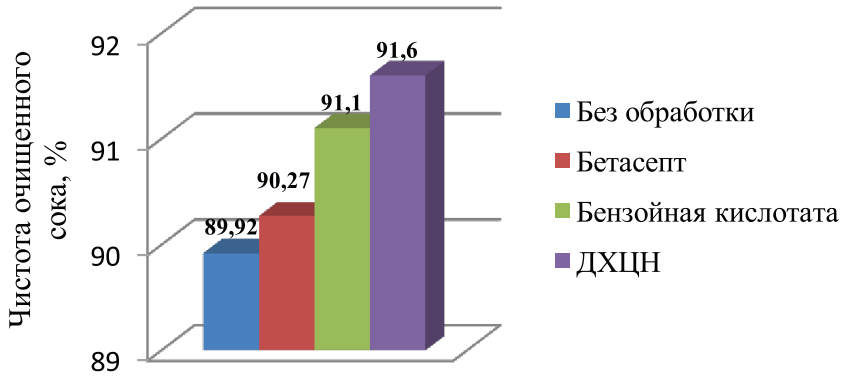

Рис. 4. Чистота очищенного сока с применением исследуемых препаратов перед хранением

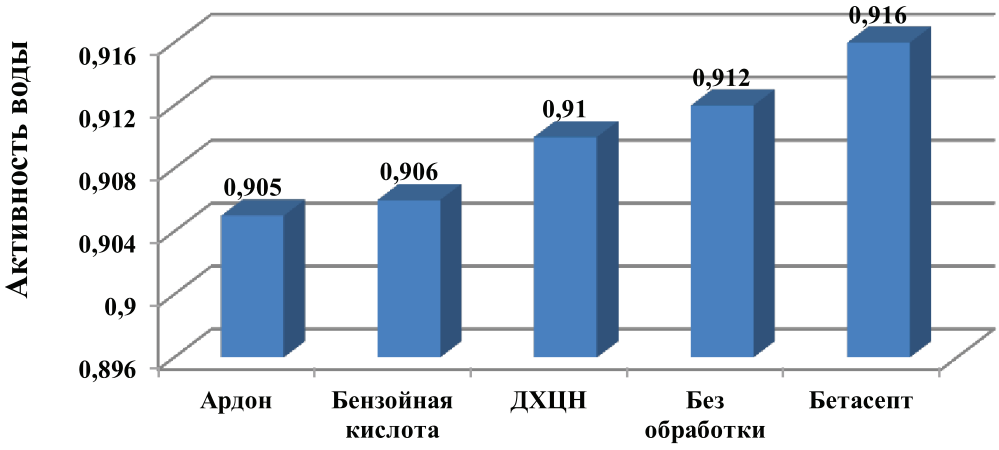

Рис. 5. Изменение активности воды при хранении свеклы после обработки бактерицидными препаратами

Одной из характеристик, позволяющих прогнозировать вероятность развития микрофлоры в процессе хранения сырья, является показатель активности воды (a_w) [8, 9]. Активность воды характеризует состояние воды в пищевых продуктах и её способность к химическим и биологическим изменениям. Это один из критериев, по которым можно судить об устойчивости пищевого продукта при хранении. Чем выше активность воды, тем быстрее проходят процессы порчи продуктов под влиянием микроорганизмов. По значению активности воды можно прогнозировать способность продукта к хранению и подобрать оптимальные условия для сохранения его качества.

Проведены исследования по определению активности воды в свекле в процессе хранения при обработке ее разными препаратами. Для проведения эксперимента на хранение было заложено 5 партий свеклы: без обработки, обработанные бензойной кислотой, Бетасепт, ДХЦН и Ардон. Растворы готовили с концентрацией 0,1 % и обрабатывали образцы в количестве 2 % к массе свеклы. Свеклу хранили 30 дней при температуре 2–4 °С, относительной влажности воздуха 88–90 %. Далее свеклу измельчали и помещали образцы одинаковой массы в отдельные бюксы. Измерения проводили при комнатной температуре (рис. 5).

Из лабораторных исследований видно, что максимальная активность воды наблюдается у свеклы без обработки и обработанной препаратом Бетасепт. Самая низкая активность воды отмечена у образцов, обработанных перед закладкой на хранение растворами ДХЦН и Ардон. Полученные результаты хорошо коррелируют с представленными выше исследованиями по определению технологических показателей.

Выводы

1. При визуальной оценке в процессе хранения отмечается существенное поражение микрофлорой корнеплодов без обработки и обработанных Бетасепт.

2. По результатам лабораторных исследований установлено увеличение содержания всех групп несахаров в сахарной свекле при хранении, особенно у необработанной и после обработки Бетасепт: снижается чистота свекловичного сока и содержание в нем белковых веществ, увеличивается концентрация нитратов, α-аминного азота и золы. Лучшее качество отмечено у корнеплодов, обработанных перед закладкой на хранение препаратом ДХЦН.

3. Результаты лабораторной переработки сахарной свеклы позволяют сделать вывод, что обработка ДХЦН перед закладкой на хранение повышает ее технологические качества в сравнении с обработкой другими препаратами.

4. Установлено, что образцы, обработанные перед закладкой на хранение растворами ДХЦН и Ардон, характеризуются низкой активностью воды. Это хорошо коррелирует с результатами технологической оценки свеклы.

5. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о целесообразности использования для объемной обработки сахарной свеклы перед закладкой на хранение раствора ДХЦН концентрацией 0,075 % в количестве 2 % к массе свеклы.

Список литературы

1. Мослемзаде Э.А. Изменение содержания химических компонентов в сахарной свёкле при ее хранении до переработки / Э.А. Мослемзаде // Сахар. – 2010. – № 10. – С. 50–51.

2. Улучшение технологических качеств сахарной свёклы и повышение ее устойчивости к хранению на основе использования биотехнологий / Н.М. Сапронов [и др.] // Сахар. – 2002. – № 5. – С. 31–39.

3. Химическая обработка корнеплодов перед закладкой на хранение / Н.Г. Кульнева [и др.] // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование, производство. – 2016. – С. 58–62.

4. Кучеренко Е.П. Потери сухих веществ в корнеплодах при хранении / Е.П. Кучеренко // Сахарная свёкла. – 2013. – № 6. – С. 34–35.

5. Чернявская Л.И. Препарат Септодор для улучшения технологических качеств свеклы при хранении / Л.И. Чернявская // Сахар. – 2003. – № 3. – С. 38–41.

6. Хранение корнеплодов с использованием препарата Корцид / В.М. Милькевич [и др.] // Сахар. – 2000. – № 2. – С. 17–18.

7. Сапронов А.Р. Технология сахара: учебник / А.Р. Сапронов, Л.А. Сапронова, С.В. Ермолаев. – СПб.: ИД «Профессия», 2013. – 296 с.

8. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытания / Под ред. Р. Стеле. – СПб.: Профессия, 2008. – 480 с.

9. Жаркова И.М. Применение показателя активности воды для оценки качества неферментированного солода / И.М. Жаркова, А.Е. Чусова, Ю.А. Сафонова // В сборнике: «Физическая и коллоидная химия – основа новых технологий и современных методов анализа в химической и пищевой отраслях промышленности» – Воронежский государственный университет инженерных технологий; под общей редакцией проф. Т.А. Кучменко. – Воронеж, 2016. – С. 179–183.

10. Пат. 2607603 Российская Федерация, МПК A 01 F 25/00. Способ обработки сахарной свеклы перед закладкой на хранение / Кульнева Н.Г., Путилина Л.Н., Селезнева И.Г., Гребенникова А.Н., Свешников И.Ю.; заявитель и патентообладатель Воронеж. гос. ун-т инжен. технол. – № 2015148788; заявл. 13.11.15; опубл. 10.01.17, Бюл. № 1.

References

1. Moslemzade Je.A. Izmenenie soderzhanija himicheskih komponentov v saharnoj svjokle pri ee hranenii do pererabotki / Je.A. Moslemzade // Sahar. 2010. no. 10. pp. 50–51.

2. Uluchshenie tehnologicheskih kachestv saharnoj svjokly i povyshenie ee ustojchivosti k hraneniju na osnove ispolzovanija biotehnologij / N.M. Sapronov [i dr.] // Sahar. 2002. no. 5. pp. 31–39.

3. Himicheskaja obrabotka korneplodov pered zakladkoj na hranenie / N.G. Kulneva [i dr.] // Innovacionnye tehnologii v pishhevoj promyshlennosti: nauka, obrazovanie, proizvodstvo. 2016. pp. 58–62.

4. Kucherenko E.P. Poteri suhih veshhestv v korneplodah pri hranenii / E.P. Kucherenko // Saharnaja svjokla. 2013. no. 6. pp. 34–35.

5. Chernjavskaja L.I. Preparat Septodor dlja uluchshenija tehnologicheskih kachestv svekly pri hranenii / L.I. Chernjavskaja // Sahar. 2003. no. 3. pp. 38–41.

6. Hranenie korneplodov s ispolzovaniem preparata Korcid / V.M. Milkevich [i dr.] // Sahar. 2000. no. 2. pp. 17–18.

7. Sapronov A.R. Tehnologija sahara: uchebnik / A.R. Sapronov, L.A. Sapronova, S.V. Ermolaev. SPb.: ID «Professija», 2013. 296 p.

8. Srok godnosti pishhevyh produktov: Raschet i ispytanija / Pod red. R. Stele. SPb.: Professija, 2008. 480 p.

9. Zharkova I.M. Primenenie pokazatelja aktivnosti vody dlja ocenki kachestva nefermentirovannogo soloda / I.M. Zharkova, A.E. Chusova, Ju.A. Safonova // V sbornike: «Fizicheskaja i kolloidnaja himija osnova novyh tehnologij i sovremennyh metodov analiza v himicheskoj i pishhevoj otrasljah promyshlennosti» Voronezhskij gosudarstvennyj universitet inzhenernyh tehnologij; pod obshhej redakciej prof. T.A. Kuchmenko. Voronezh, 2016. pp. 179–183.

10. Pat. 2607603 Rossijskaja Federacija, MPK A 01 F 25/00. Sposob obrabotki saharnoj svekly pered zakladkoj na hranenie / Kulneva N.G., Putilina L.N., Selezneva I.G., Grebennikova A.N., Sveshnikov I.Ju.; zajavitel i patentoobladatel Voronezh. gos. un-t inzhen. tehnol. no. 2015148788; zajavl. 13.11.15; opubl. 10.01.17, Bjul. no. 1.