

УДК 664.1.035.1

Профессор Н.Г. Кульнева, аспирант А.И. Шматова,
студент Ю.И. Манько

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии бродильных и сахаристых про-
изводств. тел. (473) 255-07-51
E-mail: ngkulneva@yandex.ru

Professor N. G. Kulneva, graduate A. I. Shmatova,
student Iu. I. Man'ko

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation and
sugar industries technology. phone (473) 255-07-51
E-mail: ngkulneva@yandex.ru

Микрофлора свеклосахарного производства: проблемы и пути решения

Microflora of beet sugar production: problems and solutions

Реферат. Сахарная свекла является одной из стратегических культур, обеспечивающих продовольственную безопасность России. Отсутствие специализированных складских помещений для собранного урожая не обеспечивает хранение корнеплодов долгое время. В случае наступления оттепели, размороженные корнеплоды уже непригодны для переработки. Свекла и продукты ее переработки является хорошим объектом для развития микроорганизмов. Постоянной микрофлорой сахарного производства являются: *Bacillus subtilis*, *Clostridium perfringes*, *Leuconostoc dextranicum*, *Torula alba*, *Pseudomonas fluorescens*, *Sarcina lutea* и другие виды микроорганизмов, приводящие к проблемной переработке свекловичного корня и снижению качества сахара-песка. Наиболее опасным является слизистый бактериоз - это бактериальное заболевание свеклы, вызванное гетероферментативными кокками рода лейконосток (*Leuconostoc mesenteroides*, *L. dextranicum*). Продуктом жизнедеятельности микроорганизмов является декстран, который синтезируется из сахарозы в результате декстранного или слизистого брожения и приводит к значительным технологическим проблемам при переработке инфицированной свеклы. Повышение эффективности сахарного производства связано со снижением потерь качества сырья при заготовке, хранении и переработке сахарной свеклы. На сахарных заводах используют различные препараты, подавляющие рост патогенной микрофлоры, но к ним наступает быстрая адаптация микроорганизмов, поэтому существует необходимость внедрения новых препаратов для предотвращения порчи корнеплодов и улучшения качества выпускаемого сахара-песка. Для решения проблемы экспериментально подобран бактерицидный препарат, определена его рациональная концентрация и условия применения в свеклосахарном производстве. Использование бактерицидного препарата в процессе экстрагирования позволяет повысить чистоту диффузионного сока на 1,3 %, снизить содержание белков в нем на 12,5 %, при этом чистота очищенного сока повышается на 1,1 %, его цветность снижается на 44,7 %.

Summary. Sugar beet is one of the strategic crops for food safety of Russia. The lack of specialized warehouse for harvest does not provide storage of roots for a long time. In the case of a thaw roots that have been defrosted unsuitable for processing. Beet and products of its processing is a good object for the development of microorganisms. Permanent microflora of sugar production are: *Bacillus subtilis*, *Clostridium perfringes*, *Leuconostoc dextranicum*, *Torula alba*, *Pseudomonas fluorescens*, *Sarcina lutea* and other kinds of microorganisms, leading to a problem processing of beet root and reduced quality of sugar. The most dangerous is the slimy bacteriosis is a bacterial disease beet caused by heterofermentative cocci of *Leuconostoc* (*Leuconostoc mesenteroides*, *L. dextranicum*). Product of the vital activity of microorganisms is dextran, which is synthesized from sucrose as a result of dextransy or mucous fermentation and leads to significant technological problems in processing of infected beet. Improving the efficiency of sugar production is connected with decrease in loss of quality of raw material preparation, storing and processing of sugar beet. At sugar plants use a variety of drugs that suppress the growth of pathogenic microflora, but there comes a rapid adaptation of microorganisms, therefore there is a need to implement new products to prevent damage to roots and improve the quality of produced sugar. To resolve this problem experimentally selected bactericidal drug, defined its rational concentration and conditions for the use in sugar beet production. The use of antibacterial drug in the process of extraction allows to increase the purity of diffusion juice 1.3 %, reduce the protein content in it (12.5 %); with the purity of the pure juice increases by 1.1 %, its color index is reduced by 44.7 %.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, *Leuconostoc mesenteroides*, обработка свекловичной стружки бактерицидными реагентами

Keywords: beet sugar production, *Leuconostoc mesenteroides*, processing of chips sugar-beet using bactericidal reagents

© Кульнева Н.Г., Шматова А.И., Манько Ю.И., 2014

В последние годы в Российской Федерации отмечается увеличение производства сахара-песка из отечественного сырья, при этом ежегодные объемы заготовки свеклы стабильно превышают 20 млн. т. В условиях ограниченной производственной мощности действующих сахарных заводов это приводит к тому, что все большая доля сырья проходит стадию хранения и нуждается в защите от неблагоприятных факторов [5]. В результате уровень потерь свекломассы в период послеуборочного хранения составляет в среднем 4,7 %, а в отдельные годы достигал 7,4–9,3 % от общей массы заготовленного сырья [4].

Причинами значительных потерь и снижения качества свекловичного сырья на стадии хранения являются: использование гибридов зарубежной селекции, не пригодных даже для среднесрочного хранения; несбалансированное применение минеральных удобрений; система севооборотов с короткой ротацией; технология обработки почвы без оборота пласта; высокий уровень механических повреждений корнеплодов при уборке и транспортировке урожая [1].

Все это способствует благоприятному развитию различных групп микроорганизмов. Основными источниками инфицирования продуктов сахарного производства могут быть почва, вода, воздух, тара, упаковочные материалы, транспортные средства, спецодежда, инвентарь. Постоянной сопутствующей микрофлорой являются *Bacillus subtilis*, *Clostridium perfringens*, *Leuconostoc dextranicum*, *Torula alba*, *Pseudomonas fluorescens*, *Sarcina lutea* и другие виды микроорганизмов, приводящие к проблемной переработке свекловичного корня и снижению качества сахара-песка [3].

Подмораживание и подвяливание корнеплодов также приводят к нарушению нормальных функций свеклы, ослабляют ее сопротивляемость и влекут к развитию кагатной гнили в процессе хранения.

Основные бактерии, обнаруженные в кагатной гнили, относятся к кислотообразующим и слизиобразующим видам, вызывающим брожение сахара и пектиновых веществ с образованием кислот, спирта, продуктов гидролиза пектиновых веществ и декстранов. В кагатной гнили обнаружены следующие бактериальные группы: группа гетероферментативного молочнокислого брожения, сбраживающих сахарозу с образованием молочной и других кислот и выделением газов; маслянокислые бактерии, которые разлагают пектиновые вещества свеклы, *Bacillus pectinovorum*; слизиобра-

зующие бактерии *Leuconostoc mesenteroides*, вызывающие ослизнение за счет превращения сахарозы в полисахарид декстран и другие.

Декстран ($C_6H_{10}O_5$)_n – это α-D-глюкан, синтезируемый самыми разными грамположительными и грамотрицательными бактериями. Если декстран присутствует в соке сахарной свеклы, выход сахара падает, если этот полисахарид попадает в сахар-сырец, то последующее рафинирование затрудняется. Декстран может формироваться в сиропной трубе или ионообменной колонке, а его удаление несет много сложностей.

Декстран с высокой молекулярной массой значительно снижает скорость фильтрования и образования зародышей CaCO₃, в результате чего карбонат кальция выпадает в виде мелкозернистого осадка, затрудняющего фильтрование. Установлено, что присутствие корнеплодов, пораженных слизистым бактериозом, в большей степени снижает чистоту диффузионного сока, чем наличие корнеплодов с гнилой тканью.

Отмечено, что развитию бактериоза всегда сопутствуют дрожжи из рода *Saccharomyces*, которые развиваются в симбиозе с бактериями. Дрожжи вызывают брожение сахарозы с образованием этилового спирта и диоксида углерода. В результате этого заболевания свекла превращается в сплошную слизистую бродящую массу с неприятным запахом. Такое сырье совершенно непригодно для переработки в сахар. Уничтожить уже развивающуюся кагатную гниль практически невозможно, а применение извести как антисептика недопустимо, так как щелочная реакция среды благоприятствует его развитию [2].

На сахарных заводах используют различные препараты, подавляющие рост патогенной микрофлоры. Использование в течение продолжительного времени одних и тех же препаратов вызывает привыкание микроорганизмов и необходимость увеличения его количества. Это приводит к увеличению концентрации реагентов, превышению их ПДК, что неблагоприятно отражается на протекании технологического процесса производства и самочувствии персонала предприятия.

Для решения вышеперечисленных проблем возникает необходимость разработки и применения новых препаратов. Сейчас рекомендованы к использованию препараты “Планриз”, “Фитоспорин М”, “Кагатник”, резистентность которых направлена на подавление возбудителей бактериальных и грибковых заболеваний растений. Состав их представлен

химическими или микробными компонентами. Основным компонентом препарата “Кагатник” является бензойная кислота, а компонентами “Планриз” и “Фитоспорин М” являются живые клетки бактерий *Pseudomonas fluorescens* AP-33 и *Bacillus subtilis* 26Д соответственно [1].

При переработке свекловичной стружки диффузионный сок из-за высокого содержания сахаров также является хорошим питательным субстратом для роста посторонней микрофлоры. При дальнейшей переработке сахарной свеклы микробная загрязненность проходит через все стадии технологического процесса, поэтому решение данной проблемы приобретает особую значимость.

В связи с этим на кафедре технологии бродильных и сахаристых производств ВГУИП проводятся экспериментальные исследования по подбору бактерицидных реагентов. Интерес представляют бактерицидные препараты, подавляющие рост *Leuconostoc mesenteroides* и другие виды микроорганизмов, входящих в состав микрофлоры свеклосахарного производства.

Экспериментально установлено, что добавление бактерицидного препарата в количестве 0,015 % к массе свекловичной стружки при проведении диффузии значительно снижает обсемененность среды (рисунок 1, 2).

Leuconostoc mesenteroides – грамположительные, неподвижные, неспорообразующие кокки. Клетки сферические или расположены парами или в цепочках, несколько вытянутой формы 0,5–0,7 или 0,7–1,2 мкм. Иногда наблюдаются длинные цепочки из коротких палочек с закругленными концами. Растут довольно медленно, образуя мелкие, иногда слизистые колонии на средах, содержащих сахарозу [6].

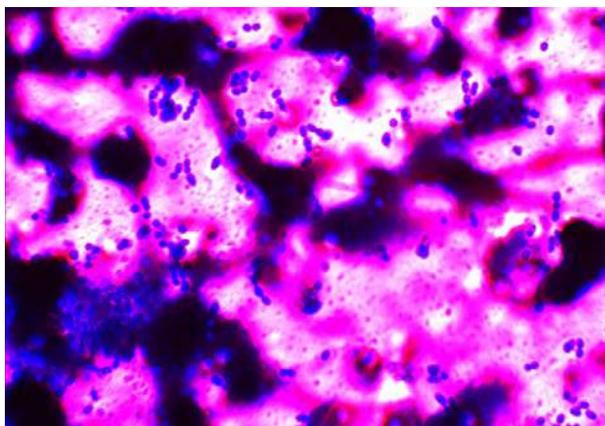


Рисунок 1. Среда, обсемененная *Leuconostoc mesenteroides*, перед обработкой бактерицидным препаратом

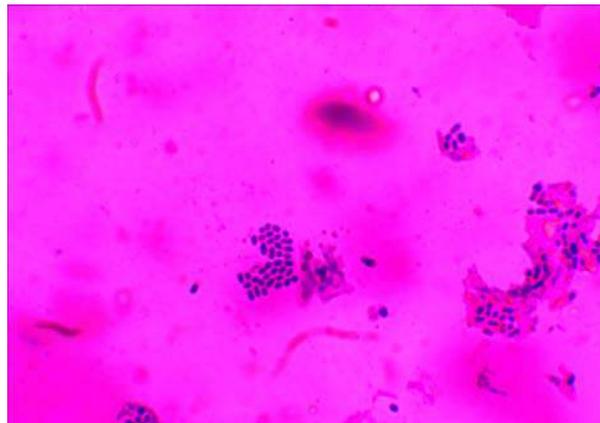


Рисунок 2. Среда, обсемененная *Leuconostoc mesenteroides*, после обработки бактерицидным препаратом

Экспериментально установлено, что использование бактерицидного препарата благоприятно влияет на качественные показатели диффузионного и очищенного соков (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Сравнительная характеристика способов проведения диффузии

Показатели	Типовая диффузия	Диффузия с использованием бактерицидного препарата
Диффузионный сок		
Чистота, %	89,6	90,9
Массовая доля белков, г/100 г сока	0,28	0,32
Очищенный сок		
Чистота, %	91,6	92,7
Цветность, усл.ед.	16,1	8,9
Соли кальция, % СаО	0,030	0,021

Применение бактерицидного препарата в процессе экстрагирования позволяет:

- повысить чистоту диффузионного сока на 1,3 %, снизить содержание белков в нем на 12,5 %;
- повысить чистоту очищенного сока на 1,1 %, снизить его цветность на 44,7 %, содержание солей кальция на 30,0 %;
- достигнуть прогнозируемого повышения выхода сахара-песка на 0,25 %.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Апасов И.В., Фоменко Г.К., Путилина Л.Н. Эффективность препаратов для повышения сохранности сахарной свеклы при хранении // Технология высоких урожаев. 2011. № 4. С. 37–39.
- 2 Кирова К.А., Слюсаренко Т.П. Руководство к практическим занятиям по микробиологии пищевых производств: учеб. пособие. М.: Пищепромиздат, 1961. С. 280–283.
- 3 Корнеева О.С., Спивакова Л.В., Мальцева Т.В. Основы микробиологического и санитарно-гигиенического контроля на предприятиях свеклосахарной промышленности: учеб. пособие. Воронеж, ВГТА, 2006. С. 5–22.
- 4 Сапронов Н.М., Бердников А.С., Косулин Г.С. Хранение сахарной свеклы современных гибридов с применением полифункциональных консервантов // Сахарное производство. 2011. № 8. С. 26–28.
- 5 Подпоринова Г.К., Смирнов М.А., Путилина Л.Н. Влияние препарата Фитоспорин-М на сохранность корнеплодов сахарной свеклы в кагатах // Сахарное производство. 2010. № 9. С. 41–42
- 6 Хоулт Дж., Криг Н., Снит П., Стейли Дж. и др. Определитель бактерий Берджи: справочник. Москва, Мир, 1997. 538 с.
- 7 Кульнева Н.Г., Шматова А.И. Проблемы переработки сахарной свеклы // Актуальная биотехнология. 2012. № 2. С.32-33.

REFERENCES

- 1 Apasov I. V., Fomenko G.K. The effectiveness of drugs to enhance the conservation of sugar beet during storage. *Tekhnologiia vysokikh urozhayev*. [Technology of high yields], 2011, no. 4, pp. 37–39. (In Russ.).
- 2 Kirova K.A., Sliusarenko T.P. *Rukovodstvo k prakticheskim zaniatiyam po mikrobiologii pishchevukh proizvodstv* [Manual of practical training in microbiology of food production]. Moscow, Pishchepromizdat, 1961. pp. 280–283. (In Russ.).
- 3 Korneeva O.S., Spivakova L.V., Mal'tseva T.V. *Osnovy mikrobiologicheskogo i sanitarnogigienicheskogo kontrolya na predpriatiiakh sveklosakharnoi promyshlennosti* [Basics of microbiological and sanitary-hygienic control in enterprises of the sugar industry]. Voronezh, VSTA, 2006. pp. 5–22. (In Russ.).
- 4 Sapronov N.M., Berdnikov A.S., Kosulin G.S. Storage of sugar beet modern hybrids with application of polyfunctional preservatives. *Sakharnoe proizvodstvo*. [Sugar production], 2011, no. 8, pp. 26–28. (In Russ.).
- 5 Podporinova G.K., Smirnov M.A., Putilina L.N. The effect of the drug Fitosporin-M on the safety of root crops of sugar beet in kagat. *Sakharnoe proizvodstvo*. [Sugar production], 2010, no. 9, pp. 41–42. (In Russ.).
- 6 Hoult J., Krig N., Snit P., Staley J. et al. *Opredelitel' bakterii Berdzhii* [The determinant of bacteria Berghi]. Moscow, Mir, 1997. 538 p. (In Russ.).
- 7 Kulneva N.G., Shmatova A.I. Problems of processing of sugar beet. *Aktual'naiia biotekhnologiia*. [Modern biotechnology], 2012, no. 2, pp. 32-33. (In Russ.).