

# Технология удаления клёка в системе мокрой очистки аспирационного воздуха от сахарной пыли

**В.А. СОТНИКОВ**, д-р техн. наук, директор (e-mail: swa862@mail.ru)

**Т.Р. МУСТАФИН**, канд. биол. наук, зав. лабораторией

Предприятие «ПромАсептика»

## Введение и цель работы

В Российской Федерации в настоящее время действует ГОСТ 33222-2015 «Сахар белый. Технические условия», который устанавливает жёсткие требования к белому сахару, приближая показатели его качества к показателям, принятым в странах ЕС, что вполне закономерно. Помимо этого, ужесточаются требования к микробиологическим нормативам качества, которые должны соответствовать данным, указанным в таблице.

Такие высокие требования предъявляются к качеству сахара, используемого для приготовления напитков. Производители стремятся защитить от посторонних включений (хлопья, тонкий осадок и др.), мутности и опалесценции готовый продукт и не допустить ухудшения его качества вследствие жизнедеятельности микроорганизмов в процессе хранения. Предприятия, выпускающие напитки длительного хранения (1–3 месяца), а также продукцию с добавлением сокодержущих компонентов, предъявляют повышенные требования к сахару различного происхождения (из сахарной свёклы или тростникового

сахара-сырца) по содержанию нерастворимых примесей (не более 10 мг/кг) и недопустимости образования флоккул при подкислении. Сахар, используемый для приготовления напитков длительного хранения (1 год), должен соответствовать нормативам, предъявляемым компанией «КокаКола» к таким продуктам. Количество показателей, регламентируемых этими требованиями, как правило, больше, а сами требования жёстче, чем установленные стандартами. В частности, повышены требования к содержанию золы (не более 0,015 %), взвешенных веществ (не более 2 мг/кг), содержанию SO<sub>2</sub> (менее 6,0 мг/кг), цветности (не более 35 ед. RBU), мутность должна отсутствовать. Высокие требования предъявляются также к микробиологическому загрязнению сахара мезофильными бактериями (менее 200 шт./10 г), дрожжами (менее 10/10 г), грибами (менее 10/10 г) и металлами: мышьяком (менее 1 мг/кг), медью (менее 2 мг/кг), свинцом (менее 0,5 мг/кг), железом (не более 3 мг/кг). При приготовлении напитков следует обращать внимание на наличие в белом сахаре веществ, способных вызывать помутнение

*Микробиологические показатели сахара-песка*

Наименование показателя	Норма	Метод испытания
Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, КОЕ в 10 г, не более	200	По ГОСТ 26968-86. Сахар. Методы микробиологического анализа
Плесневые грибы, КОЕ в 10 г, не более	1,0×10	—"
Дрожжи, КОЕ в 10 г, не более	1,0×10	—"
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), в 10 г	Не допускаются	СанПиН 42-123-4940
Патогенные микроорганизмы, в том числе бактерии рода сальмонелла, в 25 г	—"	—"

сахарных растворов, образование осадка, пенение, что недопустимо. В зависимости от происхождения сахара это могут быть различные соединения, по-разному проявляющие себя в процессе переработки [1]. Следует отметить, что появление мути в сахарном растворе при добавлении спирта могут обуславливать не только соли кальция органического и неорганического происхождения, но и декстраны.

Содержание декстрана в кристаллическом сахаре может составлять до 100 мг/кг. Декстран, присутствующий в сахаре, тоже может вызывать проблемы, в частности у производителей ликёроводочной продукции, так как при добавлении к спиртовым растворам сахара с содержанием декстрана в ликёре образуется муть. Наличие декстрана в сахаре повышает вязкость сахарных растворов [2], и использование такого сахара при производстве напитков брожения недопустимо, поскольку приводит к их ослизнению.

В белом сахаре обнаружены виды бактерий *Leuc. mesenteroides*, *Bac. subtilis*, анаэробные термофилы (образующие газы сероводород и водород), осмофильные плесневые и дрожжевые грибы. Жёлтый сахар обсеменён в большей степени. Общее число микроорганизмов в 10 г сахара влажностью 0,15 % (стандарт) составляет от 10 до 1000 клеток. Например, сахарный клёк (*Leuconostoc*) вызывает ослизнение безалкогольных напитков. В кондитерской промышленности газообразующие бактерии и дрожжи приводят к вспучиванию и растрескиванию конфет. При консервировании плодов, ягод, особенно вязких, пюреобразных продуктов, в том числе для детского и диетического питания, наиболее опасны содержащиеся в сахаре термофильные споровые бактерии – как газообразующие, так и способные вызывать «плоское» скисание продуктов. При использовании сахара в указанных отраслях необходим его контроль на присутствие термофилов, для чего разработана специальная методика и установлены нормативы [3].

Наличие в белом сахаре микрофлоры обусловлено попаданием в готовый сахар микроорганизмов в процессе его отбеливания, сушки, упаковки и хранения. После промывки сахара в центрифугах количество микроорганизмов в нём невелико. На вибростолах и в силосах количество микрофлоры в продукте возрастает. Микробы заносятся из воздуха вместе с сахарной пылью.

Ещё одним мощным источником инфицирования сахара лейконостоком является система мокрой очистки аспирационного воздуха сушильно-охладительной установки, которая принята на большинстве сахарных заводах России [4]. В благоприятных

условиях в рециркуляционной воде или в соке II сатурации происходит настолько интенсивное размножение преимущественно лейконостока, что он буквально за полмесяца от начала сезона переработки способен практически полностью оккупировать всю внутреннюю поверхность рециркуляционной ёмкости, циклонов и трубопроводно-запорной коммуникации.

Как показал опыт работы предприятий, лейконосток в этой линии формирует клёк разнообразной формы. Клёк – это гигантские разросшиеся колонии консорциума слизиобразующих микроорганизмов из рода *Bacillus* и *Leuconostoc*, в котором эти бактерии инкрустированы в плотное слизистое тело декстрана и левана.

В рециркуляционной ёмкости с водой или соком клёк находится в виде слизистых мягких образований различных размеров, от мелких до весьма крупных, где декстран имеет не очень высокую степень полимерности. Тогда как клёк, зарождающийся на поверхностях воздухопроводящего оборудования, имеет значительно более плотное высокомолекулярное декстрановое тело и поэтому формирует массивные образования в виде сплошных плёнок, наростов и лент (тяжей). Заращение оборудования клёком – весьма опасное явление по нескольким причинам. Во-первых, сухие частички клёка, попадая в высушиваемый сахар, увеличивают степень его обсеменённости, а декстран клёка, набухая в сахарном сиропе, приводит к увеличению его вязкости [2]. Во-вторых, размножающийся в рециркуляционном соке клёк активно разрушает сахар, а продуцируемый клёком декстран, попадая далее в клеровку, повышает вязкость утфелей и ухудшает гранулометрические характеристики сахара. В-третьих, заросшее клёком оборудование требует увеличения энерго- и трудозатрат на его послесезонную очистку и расходов на приобретение моюще-дезинфицирующих средств.

Кроме того, можно предположить, что декстран клёка, который попадает в готовый продукт, может быть одной из причин образования флока в сахаре. Безусловно, к флокообразованию приводит множество причин, и главной, по мнению многих специалистов, является неудовлетворительная очистка сока от несхаров. Однако бактериальные слизи также способны формировать с кальциевыми солями фосфорной кислоты комплексы с образованием флоков [5]. Поэтому пренебрегать этим фактором не следует, и в комплекс мероприятий по борьбе с флоком необходимо включать методы и приёмы, предотвращающие бактериальное инфицирование предприятия.

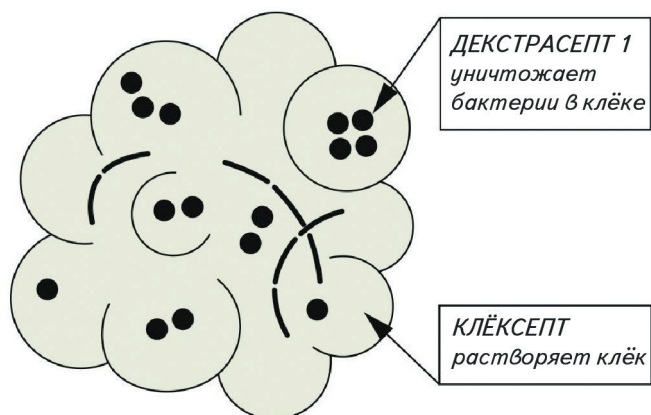


Рис. 1. Совместное действие препаратов «Клэксепт» и «Декстрасепт 1» на клёк

### Результаты экспериментов и их обсуждение

Нашим предприятием «ПромАсептика» была разработана и успешно внедрена на предприятиях отрасли технология очистки (антисептирования) технологических потоков от клёковой инфекции в отделении сушки сахара. Особенно хотелось бы отметить, что эта технология предназначена для очистки оборудования в безостановочном режиме работы сахарного завода.

В основу технологии антисептирования положен принцип синергического воздействия на клёк двух препаратов – «Клэксепт» и «Декстрасепт 1». Ферментный препарат «Клэксепт» растворяет тело клёка, т. е. обнажает бактерии клёка, а антисептирующий препарат «Декстрасепт 1» затем уже с лёгкостью уничтожает их (рис. 1). Этот синергический эффект по обеспложиванию клёка наглядно проявлялся в лабораторных условиях, когда было обнаружено, что эффективная доза препарата «Декстрасепт 1» (минимальная доза, уничтожающая лейконосток в клёке на 99,9 %) в присутствии препарата «Клэксепт» была в 800 раз ниже, чем в случае использования только антисептирующего препарата.

В производственных условиях препараты «Клэксепт» и «Декстрасепт 1» применяли одновременно и вносили методом шокового антисептирования в рециркуляционную ёмкость орошающей циклоны жидкости. Расход препаратов варьировали от 100 до 1000 г за одну загрузку. На момент проведения экспериментов на предприятии был зафиксирован высокий уровень инфицированности рециркуляционной жидкости, и на внутренней поверхности рециркуляционной ёмкости визуально наблюдалась плёнка лейконостока. Поэтому первичное антисептирование осуществляли высокими дозами препаратов (каждый

день по 1000 г препарата «Клэксепт» и «Декстрасепт 1» в рециркуляционную ёмкость в течение 5 дней). На 5-й день применения этой «шоковой» технологии начался массовый выход фрагментов отмершего ленточного клёка (тяжей) из циклона очистки (рис. 2). Фрагменты тщательно собирали из рециркуляционной ёмкости, не допуская их попадания в клеровочную ёмкость, и удаляли с предприятия. Результативность технологии очистки подтвердилась также фактом массового отрыва ленточного клёка от стенок циклона (при его вскрытии) и скопления этих отмерших фрагментов тяжей в нижней части циклона. До применения технологии очистки «живой» ленточный клёк обычно прочно прикрепляется к внутренней поверхности циклонов и длинными лентами свисает по всей его высоте.

При детальном рассмотрении эвакуированных из циклона фрагментов клёка можно явственно различить участки «мёртвого» и «живого» тела клёка (рис. 3). «Мёртвые» участки окрашены в тёмно-коричневый цвет, а «живые» – намного светлее. На основании визуальной оценки соотношения светлых и тёмных участков клёка был сделан вывод о 70 % обеспложивания клёка, что явилось основанием



Рис. 2. Фрагменты клёка

для продолжения процесса антисептирования, но с уменьшением расхода каждого препарата до 500 г также с ежедневным их внесением. Антисептирование в этом режиме следует проводить до тех пор, пока полностью не прекратится выход обеспложенного клёка в рециркуляционную ёмкость. Далее с целью предотвращения образования клёка в системе следует перейти в режим профилактического антисептирования, когда расход препаратов можно уменьшить до 100 г, а их внесение осуществлять один раз в 5–10 дней.

Ранее на другом предприятии была осуществлена технология профилактического антисептирования системы, когда препараты применяли с начала сезона. Данный подход также оказался не только эффективным, но и более экономичным: на протяжении всего сезона переработки свёклы клёковое инфицирование системы не наблюдалось.

### Выводы

С целью борьбы с клёковой инфекцией в отделении сушки сахара была разработана и рекомендована новая синергическая комбинация технологических вспомогательных средств – антисептирующего пре-

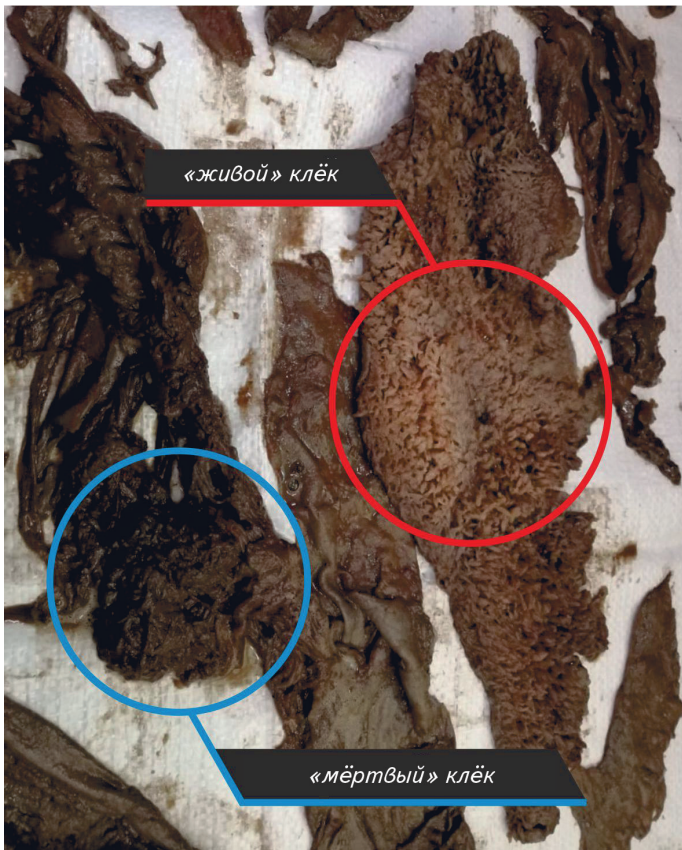


Рис. 3. «Живые» и «мёртвые» фрагменты клёка

парата «Декстрасепт 1» и ферментного препарата «Клёксепт». Испытания данной композиции на предприятиях отрасли показали высокую эффективность – её применение в безостановочном режиме работы сахарного завода позволило полностью подавить рост клёковых отложений в рециркуляционной жидкости и полностью удалить их в технологическом оборудовании системы мокрой очистки воздуха от сахарной пыли.

### Список литературы

1. Требования к качеству и безопасности сахара, используемого при производстве пищевой продукции / Н.М. Даишева, И.Н. Люсый, С.О. Семенихин [и др.] // Научные труды КубГТУ. – 2018. – № 8. – С. 33–42.
2. Сапронова, Л.А. Повышение качества сахара-песка, содержащего декстран / Л.А. Сапронова, Г.А. Ермолаева // Известия вузов. Пищевая промышленность. – 1998. – № 4. – С. 57–59.
3. Находкина, В.З. Микробиология и микробиологический контроль в свеклосахарном производстве / В.З. Находкина. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 94 с.
4. Кириченко, Л.В. Повышение эффективности очистки аспирационного воздуха от сахарной пыли / Л.В. Кириченко, А.В. Шушляков // Тез. докл. конф. Харьковский гос. техн. университет строительства и архитектуры. – Харьков, 2003.
5. Содержание зольных элементов в белом сахаре, методы их контроля и снижения / Л.И. Чернявская, Ю.Ф. Моканюк, В.Н. Кухар, А.П. Чернявский // Сахар. – 2017. – № 11. – С. 40–47.

**Аннотация.** В работе представлены результаты промышленных испытаний синергической композиции антисептирующего препарата «Декстрасепт 1» и ферментного препарата «Клёксепт», рекомендуемой для антисептирования технологической линии системы мокрой очистки воздуха от сахарной пыли с целью подавления лейконостока и удаления клёковых отложений на оборудовании в безостановочном режиме работы сахарного завода.

**Ключевые слова:** *Leuconostoc*, клёк, декстран, белый сахар, очистка воздуха, антисептики, ферменты.

**Summary.** The article presents the results of industrial tests of the synergistic composition of the antiseptic preparation «Dextrasept 1» and the enzyme preparation «Kleksept», recommended for the antisepting of the technological line of the wet air purification system from sugar dust in order to suppress leuconostoc and remove klek deposits on equipment in non-stop operation of the sugar factory.

**Keywords:** *Leuconostoc*, klek, dextran, white sugar, air purification, antiseptics, enzymes.