

«Бетасепт» и «Декстрасепт»: на всех фронтах борьбы с бактериальной инфекцией

В.А. СОТНИКОВ, д-р техн. наук (e-mail: swa862@mail.ru, +79063238531)

А.В. СОТНИКОВ, вед. менеджер (e-mail: alekdiz@mail.ru)

Совместная сервисная химико-микробиологическая служба (ООО «НПП «Макромер» им. В.С. Лебедева» и ИП Сотников В.А. (ООО «Предприятие ПромАсептика») (e-mail: swa862@mail.ru, +79063238531)

В. УАЙЛД, вед. менеджер (e-mail: vwild@stern-wywiol-gruppe.de, +494102202465), **У. МОЙШ**, технолог «SternEnzym GmbH&Co.KG», Германия

Значительная часть неучтённых потерь сахара приходится на долю его микробиологического разложения.

Микрофлора сахарного производства насчитывает более 40 видов различных микроорганизмов, но наиболее опасными считаются микроорганизмы, которые мы условно объединили в три группы (табл. 1).

1-я группа – самое многочисленное и распространённое семейство молочнокислых микроорганизмов. В фиксированном мазке они выглядят в виде тонких изящных палочек, окрашенных специальным фирменным красителем «Бирюзовый» в голубой или слабо-бирюзовый цвет (рис. 1).

Молочнокислые микроорганизмы приспособились существовать в широком диапазоне температур

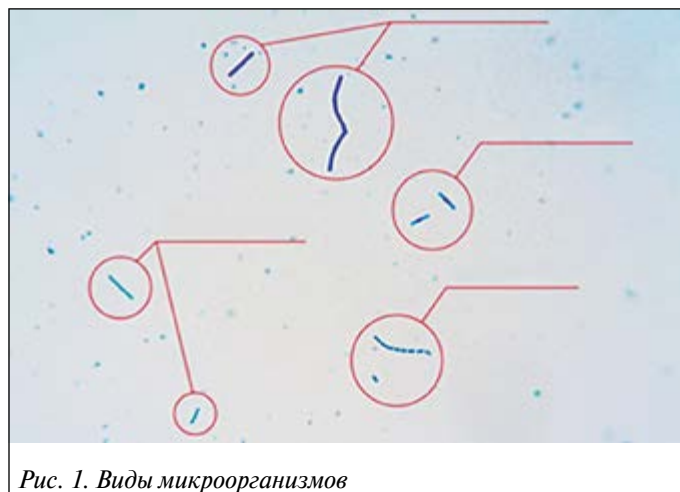


Рис. 1. Виды микроорганизмов

Таблица 1. Микроорганизмы в свеклосахарном производстве

Стадия производства	Микроорганизмы						
	Молочнокислые				Гнилостные (ТАБ)	Лейконостоки	
	Психрофилы	Мезофилы	Термофилы	Кислотоустойчивые		Микроорганизмы	Декстран, леван
Свёкла здоровая	●	□	□	□	●●	□	□
Свёкла дефектная	●●●	●	□	●●	●●	●●●	●●●
Транспортёрно-мочная вода	●●●	□	□	□	●●●	●	●
Диффузионный сок из головной части диффузионного аппарата	●	●●	●●	□	●	●	●
Диффузионный сок из серединной части диффузионного аппарата	□	●●●	●●	●	●	●●	●●
Диффузионный сок из мезголовушки	□	●●●	●	□	●●	●●	●●
Диффузионный сок из сборника	●●	●●●	□	●●	●	●●●	●●●
ЖПВ из мезголовушки	●●●	●●●	□	●●●	●●●	●●●	●●●
ЖПВ из сборника	□	●●	●●	●●	●●	●●	●●
Сок из первой зоны преддефекатора	□	□	□	□	●●●	□	●●●
Сок из последней зоны преддефекатора	□	□	□	□	●●●	□	●●●
На всех стадиях сокоочистки	□	□	□	□	●●	□	●●●
Клеровки, промوي, гидрозатворы, трапные сборники и т.п.	●●	●●●	●●	●●	●●●	●●●	●●●
Сахар		●●			●●	●●	●●●

Примечание. Вероятность инфицирования: □ – незначительная; ● – низкая; ●● – средняя; ●●● – высокая

и рН. Психрофилы, развивающиеся при минимальной температуре 5–25 °С, обитают в основном в свёкле, транспортёрно-мочной воде (ТМВ) и везде, где температура не превышает 30 °С. Мезофилы, развивающиеся при температуре 18–45 °С, вольготно себя чувствуют практически во всей технологической линии. Термофильные бактерии (45–80 °С) можно наиболее часто встретить в диффузионном аппарате (в головной и серединной частях) и сборнике термообработанной жомопрессовой воды (ЖПВ). Кислотоустойчивые бактерии начинают ощутимо появляться в производстве при хронических случаях закисания диффузионного сока (ДС) и ЖПВ. Особенно их много в ЖПВ, отобранной из мезголовушки.

Вся эта группа бактерий активно разлагает сахар до органических кислот (молочной и уксусной), т.е. способствует сильному снижению рН сахаросодержащих растворов.

2-я группа – гнилостные мезофильные, термофильные и кислотоустойчивые бактерии из рода *Bacillus* и *Clostridium*. Это длинные, толстые, одинокие или собранные в цепочку палочки, окрашиваются красителем «Бирюзовый» в интенсивно синий или фиолетовый цвет (см. рис. 1).

Так как природным резервуаром этих аэробных, спорообразующих бактерий является почва и гнилостная субстанция слизистого бактериоза, то они, безусловно, обнаруживаются на поверхности и внутри свёклы, в ТМВ и затем способны оккупировать всю технологическую линию. В отличие от микроорганизмов 1-й группы они слабо образуют органические кислоты, и поэтому рН снижается не так активно, но тем не менее вред от них также весьма значительный. «Растворяя» клетчатку стружки, они увеличивают содержание коллоидных веществ и цветность соков и сиропов. Многие из них образуют слизи (леваны). Их коварным свойством является способность к образованию спор (см. рис. 1). Эти споры, беспрепятственно проходя все высокотемпературные стадии сокоочистки и концентрирования, не погибают и могут накапливаться в готовом продукте – сахаре в виде микрофлоры под общим названием «ТАБ» (термоустойчивые ацидофильные бактерии). Учитывая этот факт, некоторые европейские потребители («Пепси-Кола», «Кока-Кола» и др.) стали придирчиво оценивать уровень инфицированности сахара именно ТАБами, и особенно при согласовании на него закупочных цен.

3-я группа – лейконостоки (*Leuconostoc mesenteroides* и *Leuconostoc dextranicum*). В фиксированном мазке они представлены в виде характерных вытянутых и окрашенных в синий цвет кокков (шариков), которые располагаются попарно и собраны в цепочки (рис. 1). Лейконостоки – специфические и наиболее опасные для сахарных заводов микро-

организмы. Они слабо образуют органические кислоты и даже на 2-й и 3-й стадиях инфицирования не способны активно снижать рН ДС и ЖПВ. Очагами заражения является свёкла, пораженная слизистым бактериозом, а также производственное оборудование, которое всегда обсеменено лейконостоками. Суммарные потери сахара от жизнедеятельности бактерий всех этих групп могут быть весьма внушительны и зависят от степени инфицированности (табл. 2).

По данным ряда исследователей, от 50 до 97% разложенного бактериями сахара превращается в молочную кислоту. При этом считается, что потери сахара равны двукратному количеству образовавшейся молочной кислоты. Кроме того, молочная кислота в виде неосаждаемого (водорастворимого) лактата кальция увеличивает содержание сахара в мелассе. Поэтому суммарные потери сахара только за счёт жизнедеятельности 1-й группы микроорганизмов могут составить от 0,1 до 1,0% к массе свёклы [1]. Если к этой группе присоединятся и гнилостные бактерии, и лейконостоки, то суммарные потери сахара ещё больше увеличиваются и могут достигнуть 1,85% и более. Природу этих дополнительных потерь сахара мы подробно описали в предыдущей статье [2].

В целях борьбы с этими микроорганизмами был разработан ряд антисептирующих препаратов типа «Бетасепт» и «Декстрасепт», которые успешно прошли производственные испытания.

Выбор типа антисептирующих препаратов, их оптимальные дозы и технологическое место внесения определялись в зависимости от степени инфицированности той или иной группой микроорганизмов, а также локализацией очага этой инфекции в технологической линии.

Степень инфицированности определяли микробиологическим экспресс-методом, разработанным нашим предприятием [2]. В табл. 3, 4 и 5 указаны рекомендуемые суточные нормы внесения антисептирующих препаратов в зависимости от степени инфицированности.

Таблица 2. Неучтённые потери сахара на стадии диффузии в зависимости от степени инфицирования

Степень инфицирования	Потери сахара, % к массе свёклы			
	от бактериологического разложения	в мелассе	от образования декстрана	суммарные
0	0,008	0,005	0,007	0,02
1	0,046	0,038	0,2	0,28
2	0,132	0,114	0,5	0,75
3	0,575	0,475	0,8	1,85
4	>0,575	>0,475	>0,8	>1,85

Степень инфицированности ДС молочнокислыми микроорганизмами (см. табл. 3) хорошо коррелирует с величиной рН, а также с количеством молочной кислоты и поэтому может достаточно точно определяться разницей (Δ рН) между значением величины рН, например, диффузионного сока из диффузионного аппарата и величиной рН клеточного (нормального) сока свёклы.

Например, рН свёклы 6,4 ед., рН диффузионного сока 5,6 ед.

Тогда Δ рН = рН свёклы – рН диффузионного сока = 6,4 ед. – 5,6 ед. = 0,8 ед., т.е. ДС имеет 3-ю степень инфицированности.

Степень инфицированности гнилостными бактериями (см. табл. 4) определяется средним количеством обнаруженных в 10 полях зрения гнилостных бактерий.

Степень инфицированности лейконостоками (см. табл. 5) определяется средним количеством обнаруженных в 10 тёмных полях зрения с красителем «Блек 0» светлых «облачков» декстрановой слизи, которое хорошо коррелирует с данными о содержании декстрана, определяемого биохимическим способом, разработанным SternEnzym совместно с Technische Universität (Berlin).

Технология применения антисептирующих препаратов на свёклосохарных предприятиях представлена

Таблица 3. Степень инфицированности молочнокислыми микроорганизмами и рекомендуемые нормы антисептирующих препаратов

Степень инфицированности	Содержание молочной кислоты, г/кг сока	Δ рН, ед., не более	Нормы внесения препаратов «Бетасепт А и Б» или «Декстрасепт 1», кг/1 000 т свёклы/сут
0	< 100	0,19	0
1	100–199	0,59	0,6
2	200–599	0,79	0,8
3	600–2 500	1,00	1,0
4	>2 500	свыше 1,00	1,5

Таблица 4. Степень инфицированности гнилостными бактериями и рекомендуемые нормы антисептирующих препаратов

Степень инфицированности гнилостными бактериями	Среднее количество гнилостных бактерий, шт., не более	Нормы внесения препаратов «Бетасепт А и Б» или «Декстрасепт 1», кг/1 000 т свёклы/сут
0	1	0
1	3	0,6
2	5	0,8
3	10	1,0
4	15	1,5

на рис. 2 и может быть продемонстрирована на примере типичных случаев успешной борьбы с бактериальной инфекцией на этих предприятиях.

Случай 1. На предприятии обнаружено инфицирование молочнокислыми и гнилостными бактериями (1-я степень заражения ДС из диффузионных аппаратов и 3-я степень заражения ДС из сборника). Лейконосток и слизь не выявлены.

Было рекомендовано использовать: либо препарат «Бетасепт А и Б», либо препарат «Декстрасепт 1» на стадии диффузии в небольших количествах – 0,25–0,6 кг/1 000 т свёклы/сут при непрерывном способе их внесения в диффузионные аппараты.

Для наклонного диффузионного аппарата растворы препаратов вносят в головную или серединную его часть. Для колонных диффузионных аппаратов их следует подавать в линию подачи сокоотрующей смеси из ошпаривателя (в напорный трубопровод выхода сокоотрующей смеси из насоса). Для роторных диффузионных аппаратов препараты следует подавать в ошпариватель.

Так как в сборнике ДС сильно инфицирован, требовалось наиболее активно его антисептировать. Для этого в мезголовушку ДС дополнительно вносили те же препараты, но в увеличенной дозе (1,0 кг/1 000 т свёклы/сут). Процесс проводили методом «шокового» антисептирования, т.е. антисептики подавали в мезголовушку один-два раза в сутки.

Такой приём антисептирования в течение двух суток подряд был достаточен для полного уничтожения инфекции.

Случай 2. На предприятии констатирован факт сильного инфицирования ЖПВ (рН ЖПВ 4,5 и ниже, т.е. 3-я степень инфицирования). Поэтому «шоковое» антисептирование проводили в сборнике ЖПВ. В этом случае предпочтение отдали препарату «Бетасепт для ЖПВ» в дозировке 1 кг/1 000 т свёклы/сут, так как он особенно хорошо уничтожает кислотоустойчивые формы бактерий. Однако препарат можно подавать либо в мезголовушку ЖПВ, либо в сборник ЖПВ, либо в жомпресс, также один-два раза в сутки в течение одних-двух суток подряд.

Случай 3. На предприятии в середине сезона обнаружен факт бессимптомного (1-я стадия) инфицирования лейконостоками (в ДС и ЖПВ обнаружены декстран и лейконосток, но фильтруемость соков при этом оставалась удовлетворительной). Инфицированность другими молочнокислыми и гнилостными микроорганизмами умеренная – 1-я стадия. На предприятии замечено снижение выхода сахара, периодически повышалась мутность сахарных растворов и их цветность.

Было рекомендовано использовать препараты «Декстрасепт 1» и «Декстрасепт 2» одновременно, но в небольших дозах, рекомендуемых для 1-й сте-

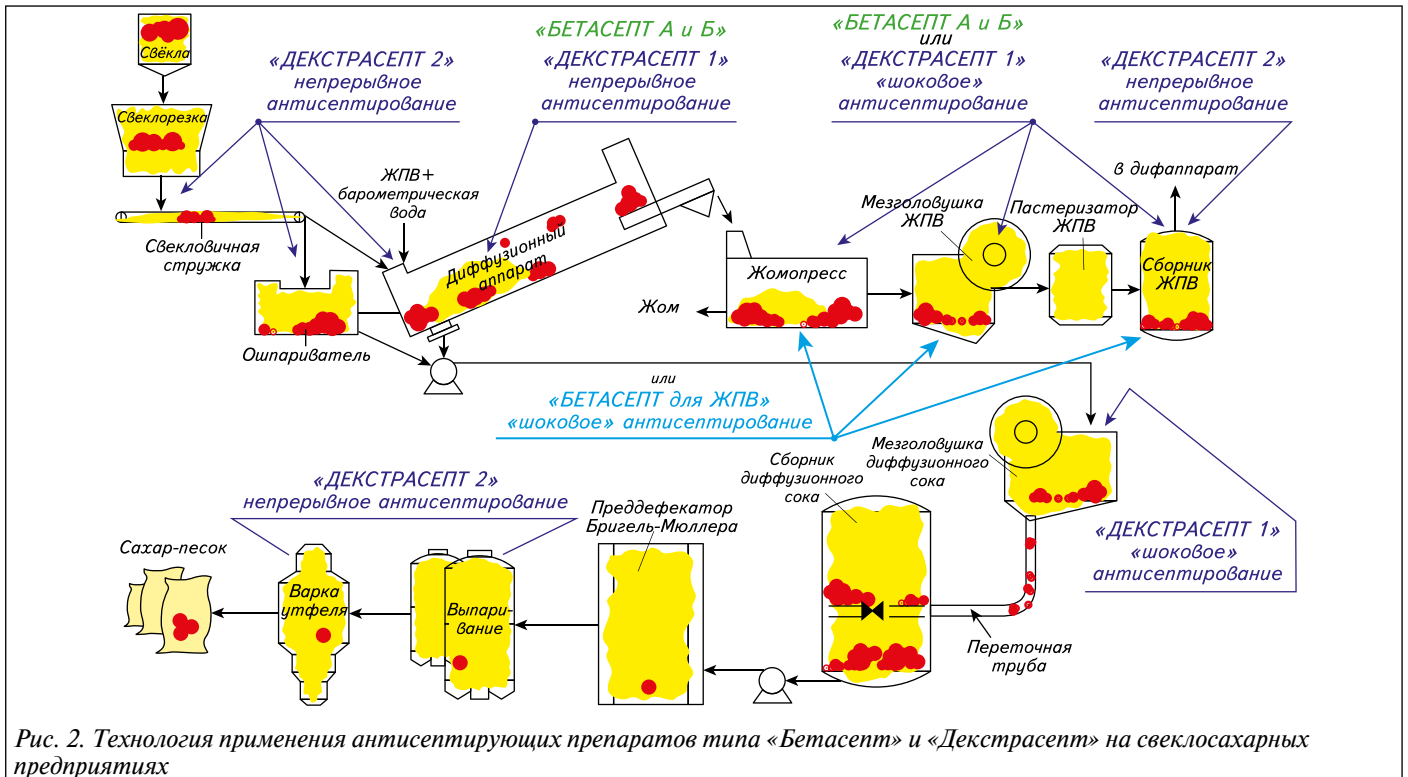


Рис. 2. Технология применения антисептирующих препаратов типа «Бетасепт» и «Декстрасепт» на свеклосахарных предприятиях

пени инфицированности, т.е. 0,6 и 1,0 кг/1 000 т свёклы/сут соответственно (см. табл. 5).

В зависимости от конструктивных особенностей аппаратов диффузионного отделения и локализации очага инфекции препараты «Декстрасепт 1» и «Декстрасепт 2» необходимо непрерывно вносить либо на ленту транспортера стружки, либо в ошпариватель, либо в загрузочную шахту, либо в серединную часть диффузионного аппарата, либо в мезголовушку ЖПВ.

Случай 4. К концу сезона переработки подмороженной и заражённой слизистым бактериозом свёклы на предприятии явственно (соответственно 3-й степени) проявлялись симптомы заражения всей линии лейконосток (существенное снижение выхода сахара, повышенное пенообразование, проблемы с фильтрацией и качеством сахара). Декстран

обнаружен во всём диффузионном отделении, в 1-й и даже 6-й (последней) зонах преддефектора Бригель-Мюллера. Попутно производство в значительной – 2-3-й степени было поражено молочнокислыми и гнилостными бактериями. В сахаре постоянно обнаруживались ТАБы, декстран и лейконостоки.

Поэтому было рекомендовано увеличить расход препаратов «Декстрасепт 1 и 2» (см. табл. 1, 2 и 3) до норм, соответствующих 3-й степени инфицированности. Дополнительно рекомендовано «шоковое» антисептирование ЖПВ в сборнике и ДС в сборнике (через соответствующие мезголовушки) препаратом «Декстрасепт 1» по технологии, как описано для случая 2.

При сильной и очень сильной степени инфицирования (3-й и 4-й) с целью снижения потерь сахара от перехода его в мелассу, а также с целью повышения качества сахара (наличие друз на кристаллах, игольчатые кристаллы, повышенная мутность и цветность сахарных растворов) рекомендовано внесение препарата «Декстрасепт 2». Препарат вносят на стадии концентрирования сиропов или варки утфеля из расчёта приблизительно 40–60 г препарата/т условного сахара.

В заключение приведём расчёт экономического эффекта от использования антисептирующих препаратов, на-

Таблица 5. Степень инфицированности лейконостоками и рекомендуемые нормы антисептирующих препаратов

Степень инфицированности лейконостоками	Содержание декстрана, г/кг сока, не более	Среднее количество «облачков», шт., не более	Нормы внесения препаратов, кг/1 000 т свёклы/сут	
			«Декстрасепт 1»	«Декстрасепт 2»
0	0,25	0	0	0
1	0,79	1	0,6	1,0
2	3,9	5	0,8	4,0
3	10	10	1,0	6,0
4	>10	свыше 10	1,5	8,0

- Пеногасители ЛАПРОЛ
- Антинакипины
- Антисептики:
«Бетасепт», «Декстрасепт»
- Кристаллообразователи
- ПАВ: ЭСТЕР С, ЭСТЕРИН А
- Дозирующие устройства

ДО ПОСЛЕДНЕЙ КАПЛИ...

Тел./факс: (4922) 32-31-06 E-mail: commers@macromer.ru www.macromer.ru

пример, при средней (2-я степень) инфицированности предприятия всеми группами микроорганизмов (без учёта увеличения накладных производственных и энергетических затрат от снижения производительности предприятия, простоев и затрат на замену фильтрующих и иных вспомогательных материалов).

$\mathcal{E}_{\text{сут}} = (P_{1000} \times P_2 \times C_c) - ((N_{д1} \times C_{д1}) + (N_{д2} \times C_{д2}))$,
где $\mathcal{E}_{\text{сут}}$ – экономический эффект, р/сут на 1 000 т свёклы;

P_{1000} – условная производительность предприятия на 1 000 т свёклы/сут;

P_2 – суммарные потери сахара при 2-й степени инфицированности, % к массе свёклы;

C_c – отпускная цена на сахар от завода-производителя, р/т;

$N_{д1}$ и $N_{д2}$ – нормы внесения препаратов «Декстрасепт 1» и «Декстрасепт 2» соответственно, кг/1 000 т свёклы/сут;

$C_{д1}$ и $C_{д2}$ – стоимость препаратов «Декстрасепт 1» и «Декстрасепт 2» соответственно, р/кг;

Тогда $\mathcal{E}_{\text{сут}} = (1\,000 \times 0,0075 \times 35\,000) - ((0,8 \times 5\,150) + (4,0 \times 3\,150)) = 245\,280$ р/1 000 т свёклы/сут.

Список литературы

1. Бугаенко, И.Ф. Повышение эффективности свеклосахарного производства. Ч. II. Извлечение сахара из стружки / И.Ф. Бугаенко. – М., 2000. – 70 с.
2. Сотников, В.А. Сезон 2016 года: слизистый бактериоз / В.А. Сотников, А.В. Сотников // Сахар. – 2017. – № 3. – С. 2–7.

Аннотация. На основании данных о качественных и количественных характеристиках бактериальной микрофлоры и очагов её локализации разработаны различные варианты технологии эффективного антисептирования сахарных производств препаратами типа «Бетасепт» и «Декстрасепт».
Ключевые слова: молочнокислые и гнилостные микроорганизмы, *Leuconostoc mesenteroides*, диффузионный сок, жомопрессовая вода, декстран, коллоидные вещества, антисептирующие препараты.

Summary. On the basis of data on the qualitative and quantitative characteristics of the bacterial microflora and its localization centers, different versions of the technology for effective antiseptic production of sugar preparations with «Betasept» and «Dextrasept» have been developed.

Keywords: lactic acid and putrefactive microorganisms, *Leuconostoc mesenteroides*, diffusion juice, pulp-press water, dextran, colloidal substances, antiseptic drugs.