

ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ СИСТЕМЕ УТФЕЛЯ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Беляева Л.И., канд. техн. наук, доц., Сысоева Т.И.

НИИ сахарной промышленности
ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»,
Российская Федерация, г. Курск

Аннотация. Показаны результаты исследований взаимодействий между технологическими вспомогательными средствами функциональных групп ПАВ, деколорантов сахара и антинакипинов, оказываемых на состояние пищевой системы утфеля I кристаллизации свеклосахарного производства.

Ключевые слова. Свеклосахарное производство, утфель I кристаллизации, технологическое вспомогательное средство, пищевая система, функциональная группа.

THE INTERACTION USED IN THE FILLMASS FOOD SYSTEM IN BEET SUGAR PRODUCTION TECHNOLOGICAL SUPPLEMENTS

Belyaeva L.I., Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof., Sysoeva T.I.

Research Institute of Sugar Industry
FSBSI «Kursk Federal Agricultural Research Center»,
Russian Federation, Kursk

Abstract. Shows the results of the studies of the interactions between the technological supplement of functional groups surfactants, sugar decolorante and anti-caking exerted on the state of the first fillmass food system of the sugar industry.

Keywords. Beet sugar production, first fillmass food system, technological supplement, food system, functional group.

Непосредственной основой для получения белого сахара является пищевая система утфеля I кристаллизации; ей, как и другим пищевым системам, присущи такие характеристики как определенный химический состав, структура, устойчивость, динамичность, уровень технологии. Пищевая система утфеля I представляет собой дисперсную систему [1, с. 25], состоящую из твердой фазы – кристаллов сахарозы и жидкой фазы – межкристального раствора; в устойчивом состоянии она характеризуется заданным химическим составом, приведенным в таблице.

Основными физико-химическими свойствами пищевой системы утфеля I являются: текучесть, вязкость, склонность к пенообразованию, влияющие в дальнейшем на качество вырабатываемого белого сахара. Реологическая характеристика пищевой системы утфеля – текучесть, обусловлена его вязкостью, она изменяется в зависимости от чистоты поступающего на уваривание сиропа

и степени готовности утфеля. Вязкость утфеля связана сильной корреляционной зависимостью с вязкостью межкристального раствора, которая в полной мере может отражать текучесть утфеля.

Таблица

Средние значения химического состава пищевой системы утфеля
I кристаллизации

Наименование показателя	Значение показателя
Содержание сухих веществ, %	91,5...92,5
Содержание сахарозы, % к массе сухих веществ	92,0...94,0
Цветность, ед. опт. пл.	1600...2000
Содержание редуцирующих веществ, % к массе сухих веществ	0,200...0,240
Содержание солей кальция, % СаО к массе сухих веществ	0,012...0,050
рН	7,5...8,0
Содержание кристаллов, %	50,0...55,0
Содержание сухих веществ в межкристальном растворе, %	80,0...82,0
Содержание сахарозы в межкристальном растворе, %	84,0...85,0

Оптимальные значения вязкости межкристального раствора утфеля варьируют в диапазоне 0,120...0,150 Па·с. При отклонении от указанного диапазона пищевая система утфеля находится в нестабильном состоянии: начинает превалировать процесс выпаривания, а не кристаллизации, приводящий к повышению цветности сахара; отмечается процесс спонтанного образования центров кристаллизации сахарозы, приводящий к потере утфелем текучести. Пенообразование в пищевой системе утфеля связано в основном с пенообразователями, находящимися в поступающем на уваривание утфеля сиропе и образующимися в результате карамелизации сахарозы и реакций между аминсоединениями и моносахаридами. Пенение переводит пищевую систему утфеля в метастабильное состояние: снижается скорость кристаллизации сахарозы, повышаются цветность и вязкость утфеля, что приводит к замедлению процесса уваривания, ухудшению тепломассообмена и, как следствие, снижению выхода и качества белого сахара.

Для устранения этих нежелательных проявлений в пищевой системе утфеля используются технологические вспомогательные средства (ТВС) функциональной группы поверхностно-активных веществ (ПАВ), технологический эффект которых заключается в снижении пенения и уменьшении вязкости кристаллизуемой пищевой системы утфеля, что способствует интенсификации массообмена, обеспечению максимальных значений истощения межкристального раствора и улучшению кристаллоструктуры утфеля [2, с. 32]. В последние годы сформировалась новая функциональная группа ТВС – деколоранты сахара, технологическая функция которых проявляется в усилении интенсивности белого цвета кристаллов сахара, снижении его цветности в растворе [3, с. 33]. Деколоранты сахара также стабилизируют состояние пищевой системы утфеля

I по рН, вязкости межкристального раствора, переводят ее в устойчивое состояние, а, следовательно, способствуют высокому качеству протекания процесса кристаллизации. Кроме того, в пищевую систему утфеля I с сиропом мигрируют остаточные количества структурно связанного с нерастворимыми солями кальция антинакипина (до 30 % от вводимой дозы), который используют в процессе сгущения сока, его технологическое действие заключается в диспергировании нерастворимых солей кальция в концентрируемом очищенном соке [4, с. 36]. Т.е. в формировании пищевой системы утфеля I принимают участие ТВС трех функциональных групп: ПАВ, деколорантов сахара и антинакипинов.

Между тем, известно, что при комбинации применяемых ТВС возможны взаимодействия между средствами в виде антагонизма-синергизма, которые влияют как на заявленный технологический эффект средств, так и на состояние пищевой системы и, в конечном итоге, на качество белого сахара

Для изучения взаимодействия между указанными средствами и его влияния на состояние пищевой системы утфеля I был обозначен участок их совместного применения – образование и рост кристаллов сахарозы на стадии уваривания утфеля I. Эксперименты проводили с использованием ПАВ Defospum (производство Россия), деколоранта сахара – сульфит натрия (E 221, производство Россия), антинакипина Кебо DS (производство Германия). Схема опытов включала пять вариантов введения ТВС: 1 – автономное введение ПАВ; 2 – автономное введение деколоранта сахара; 3 – совместное введение ПАВ и деколоранта сахара; 4 – совместное введение деколоранта сахара и антинакипина; 5 – совместное введение деколоранта сахара, ПАВ и антинакипина. Состояние пищевой системы утфеля I оценивали как устойчивое при достижении пороговых значений репрезентативных показателей: жидкой фазы – вязкость 0,120...0,150 Па·с, цветность менее 1600 ед. опт. пл., содержание солей кальция менее 0,015 % к массе СВ; твердой фазы – содержание кристаллов 50...55 %, коэффициент неоднородности кристаллов менее 30,0 %; или неустойчивое – при отклонении хотя бы одного из показателей.

Средние значения репрезентативных показателей жидкой фазы пищевой системы утфеля I по вариантам опытов представлены на рисунке 1.

Как видно, пороговые значения репрезентативных показателей были достигнуты в четырех вариантах, кроме варианта 4 совместного введения деколоранта сахара и антинакипина, что свидетельствует об устойчивом состоянии пищевой системы утфеля в этих вариантах. При этом, наилучшие значения репрезентативных показателей отмечались в варианте 3 совместного введения деколоранта сахара и ПАВ. Вязкость межкристального раствора была ниже на 1,7 и 9,9 %, а цветность межкристального раствора – на 11,3 и 6,2 % в сравнении, соответственно, с автономным применением ПАВ и деколоранта сахара. Т.е. при совместном применении деколоранта сахара и ПАВ свои технологические функции выполнили с большей эффективностью, чем каждый в отдельности. Полагаем, что указанное является результатом синергетического влияния этих ТВС друг на друга: деколорант сахара способствует усилению технологического эффекта ПАВ благодаря улучшению реологических свойств жидкой фазы за счет изменения ее химического состава; в свою очередь, ПАВ, устраняя

пенение в жидкой фазе, создает благоприятные условия для более эффективного протекания реакций образования бесцветных соединений с красящими веществами.

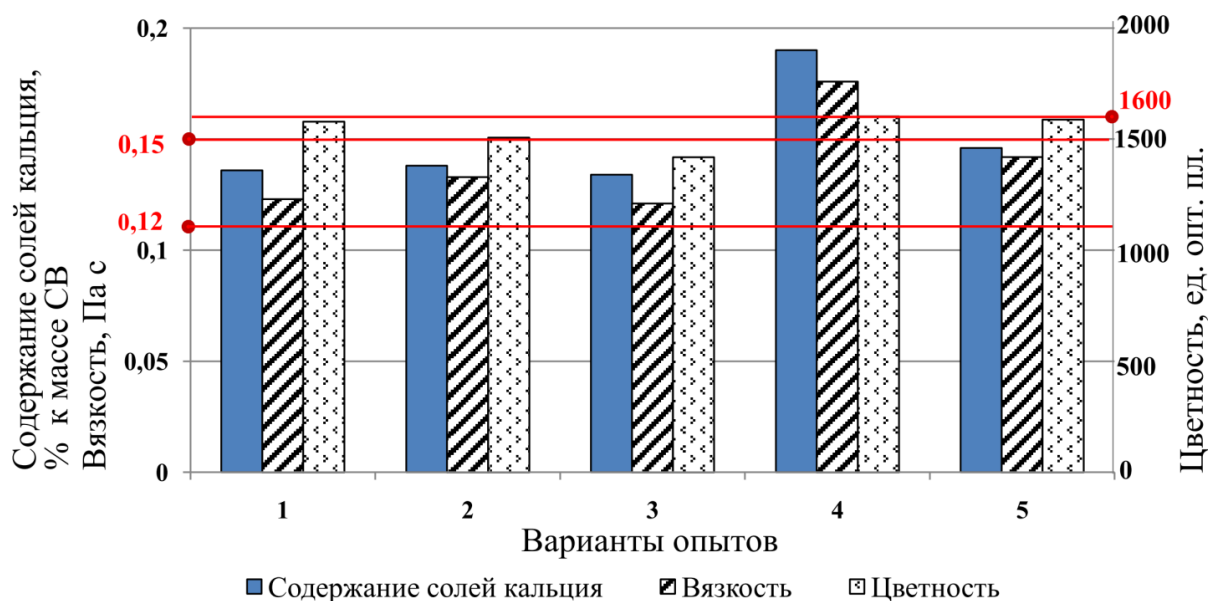


Рисунок 1. Репрезентативные показатели жидкой фазы пищевой системы утфеля I кристаллизации по вариантам опытов

Высокие параметры жидкой фазы утфеля варианта 3 позволили улучшить условия кристаллизации сахарозы, предотвратив спонтанное зародышеобразование и рекристаллизацию, что привело к улучшению репрезентативных показателей твердой фазы – увеличению содержания кристаллов в утфеле, соответственно, на 1,5 и 4,2 %, их большей однородности (рисунок 2).

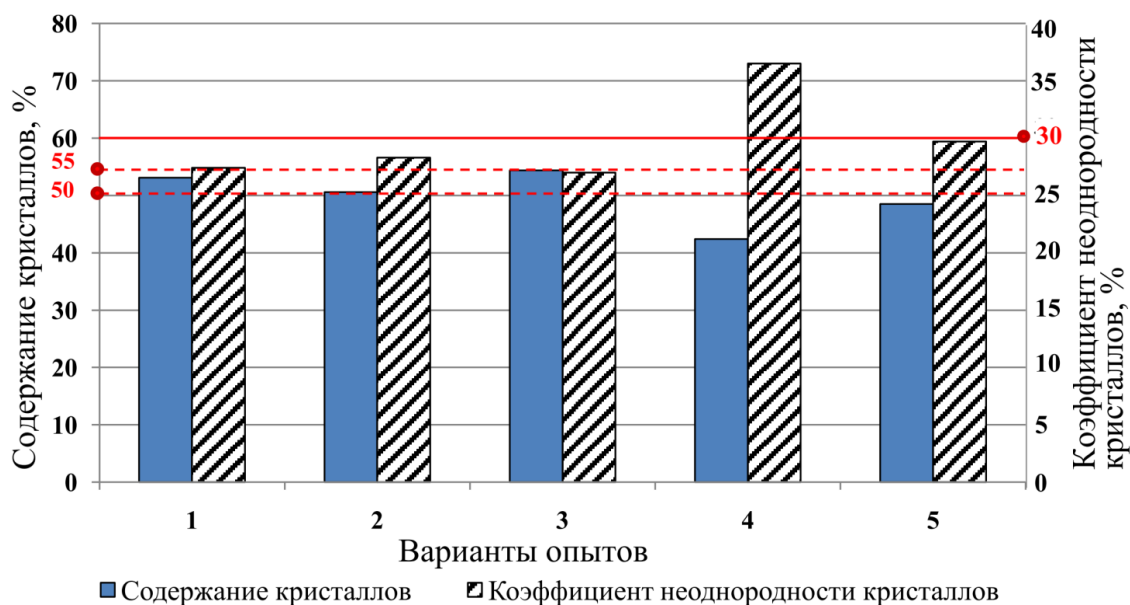


Рисунок 2. Репрезентативные показатели твердой фазы пищевой системы утфеля I кристаллизации по вариантам опытов

Нахождение пищевой системы утфеля варианта 4 в неустойчивом состоянии обусловлено повышенным на 26,7 % содержанием солей кальция в межкристалльном растворе, что привело к увеличению его вязкости на 16,0 % к принятому пороговому уровню. Считаем, что причиной ухудшения реологических свойств жидкой фазы явились мигрирующие на этап кристаллизации сахарозы остаточные количества антинакипина, структурно связанного с нерастворимыми солями кальция. Т. е. антинакипин, при установленном ранее его антагонистическом влиянии на ПАВ [5, с. 36], проявляет аналогичное действие в отношении деколоранта сахара. Такое изменение свойств жидкой фазы, соответственно, отразилось на показателях твердой фазы утфеля – снизилось содержание кристаллов сахара, проявилась их неоднородность.

Итоговый результат совокупного взаимодействия трех исследуемых функциональных групп ТВС в пищевой системе утфеля I выражен в виде карты результативности совокупного действия ПАВ, деколоранта сахара и антинакипина, представленной на рисунке 3.

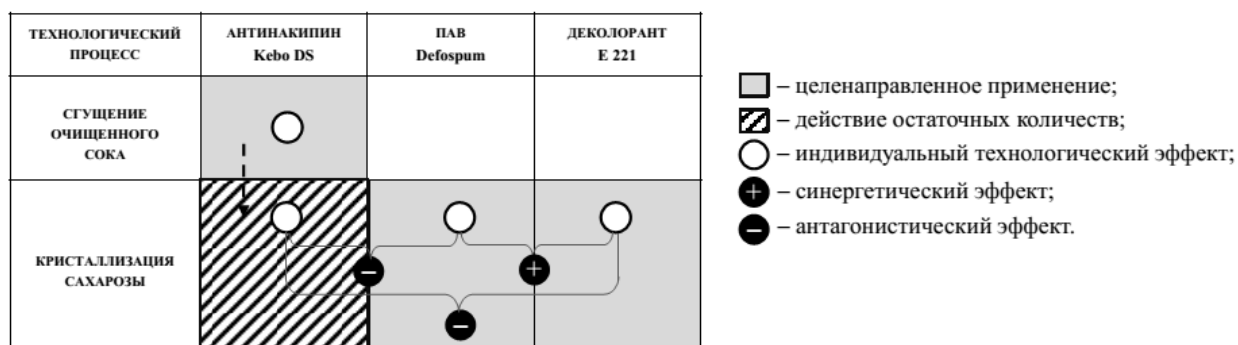


Рисунок 3. Карта результативности совокупного действия ПАВ, деколоранта сахара и антинакипина в пищевой системе утфеля I

На карте обозначены два технологических процесса – сгущение очищенного сока и кристаллизация сахарозы, в которых применяются вышеуказанные функциональные группы ТВС соответственно их выполняемым задачам; отмечены проявляемые индивидуальные технологические эффекты, путь миграции остаточных количеств антинакипина; выявленные итоги взаимодействия в виде синергетического и антагонистического эффектов.

Так, на этапе сгущения очищенного сока имеет место индивидуальный технологический эффект антинакипина, целенаправленно применяемого на данном участке, остаточные количества его мигрируют в пищевую систему процесса кристаллизации сахарозы. На этапе кристаллизации сахарозы деколорант сахара и ПАВ, применяемые целенаправленно, в совокупности более эффективно выполняют свои технологические задачи, формируя устойчивую пищевую систему утфеля с высокими показателями, что явилось следствием синергетического эффекта между ними. В то же время антинакипин, мигрирующий в пищевую систему утфеля, вызывает ослабление индивидуального технологического эффекта как деколоранта сахара, так и ПАВ, выступая по отноше-

нию к каждому из них антагонистом, и, соответственно, являясь фактором ее неустойчивости.

Выявленные между исследованными ТВС взаимодействия подтверждены качественными показателями полученного по вариантам опыта белого сахара: в варианте 3 совместного применения ПАВ и деколоранта сахара – сахар отличался идеальным белым цветом и по основным физико-химическим показателям соответствовал белому сахару категории ТС1 [6, с. 245]; в варианте 4 совместного применения деколоранта сахара и антинакипина – сахар имел желтоватый оттенок и соответствовал категории ТС3.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали разные взаимодействия между технологическими вспомогательными средствами функциональных групп ПАВ, деколорантов сахара и антинакипинов, оказываемые на состояние пищевой системе утфеля I кристаллизации свеклосахарного производства. Между ПАВ и деколорантом сахара имеет место синергетическое взаимодействие, способствующее формированию пищевой системы утфеля с высокими значениями репрезентативных показателей. Антинакипин оказывает антагонистическое влияние на функциональные действия ПАВ и деколоранта сахара, таким образом, переводит пищевую систему в неустойчивое состояние.

Литература

1. Кравчук А.Ф. Рекристалізація в дисперсних розничах сахарози // Цукор України. 2012. № 1(73). С. 25-30.
2. Славянский А.А., Мойсеяк М.Б. Поверхностно-активные вещества: применение в сахарном производстве // Сахар. 2007. № 3. С. 32-35.
3. Беляева Л.И., Остапенко А.В., Лабузова В.Н., Сысоева Т.И. Деколоранты сахара – новая функциональная группа технологических вспомогательных средств // Известия вузов. Пищевая технология. 2018. № 4 (364). С. 33-36.
4. Михеев С.В., Тарасов В.Н., Короткова Н.П. Метод оценки эффективности ингибиторов накипеобразования для сахарной промышленности // Сахар. 2018. № 4. С. 36-38.
5. Беляева Л.И., Лабузова В.Н., Остапенко А.В. Оценка совокупного действия антинакипина и ПАВ в производстве сахара // Инновационные технологии в пищевой промышленности: Материалы XV межд. науч.-практ. конф. 5-6 октября 2016. Минск: ИВЦ Минфина, 2016. С. 74-77.
6. Михайличенко М.С., Беляева Л. И. Качественные показатели белого сахара, полученного с применением ПАВ и деколоранта сахара // Молодежь и XXI век – 2019: Материалы 9-ой межд. науч. конф. 21-22 февраля 2019. Курск. 2019. С. 245-249.