

осуществляется в соответствии с действующими инструкциями для рыбоперерабатывающей промышленности.

На таких этапах, как приёмка, посол, подсушка, копчение и охлаждение выделяют ккт и применяют особый контроль. Для контроля за опасными факторами разработаны предупреждающие действия. Предупреждающими действиями считаются также те, которые не являются критическими контрольными, но в случаях недостаточного контроля они могут привести к сбою технологического процесса [2].

Целью контроля качества сырья, материалов и готовой продукции является улучшение деятельности пищевого предприятия, предотвращение случаев возникновения несоответствий, повышение качества и конкурентоспособности продуктов питания.

### **Библиографический список**

1. Лебедев Дмитрий Васильевич, Рожков Евгений Александрович, Пивоваров Максим Игоревич. "Параметры и режимы работы оптико-электронной установки для контроля качества копчёной рыбы" вестник Курганской ГСХА, № 4 (36), 2020, стр. 66-73;

2. Матисов В. А. контроль качества сырья, материалов и готовой продукции в пищевом производстве/ В. А. Матисов// Пищевая промышленность. – 2016. - № 7. – С. 8-11;

3. Обеспечение качества в производственной деятельности предприятия / И. А. Ивкова, О. В. Бессонова, Д. С. Рябкова, А. С. Пиляева // Пищевая промышленность. – 2016. – № 2. – С. 25-27;

4. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний рыбы, морских беспозвоночных и продуктов их переработки// Товаровед продовольственных товаров. - 2017. -№ 6. -С.38-50;

5. Результаты исследований процессов обезвоживания при тепловой обработке рыбы/ М.В. Вотинин [и др.] // Молодой учёный. 2012. № 6. С. 487-490.

УДК 664.1.054

### **ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ЗАТРАВОЧНЫХ КРИСТАЛЛОВ ДЛЯ УВАРИВАНИЯ УТФЕЛЯ I КРИСТАЛЛИЗАЦИИ**

*Митрошина Дарья Петровна, аспирант кафедры инновационных технологий продуктов из растительного сырья ФГБОУ ВО МГУТУ имени К.Г. Разумовского, d\_mitr96@mail.ru*

*Славянский Анатолий Анатольевич, заведующий кафедрой инновационных технологий продуктов из растительного сырья ФГБОУ ВО МГУТУ имени К.Г. Разумовского, mgutu-sahar@mail.ru*

***Аннотация.** В данной статье авторы предлагают усовершенствованный способ производства сахара, предусматривающий использование в качестве центров кристаллизации маточный утфель, прошедший предварительное фракционирование методом сепарирования. Разработанная технология позволяет увеличить выход сахара на 0,1%.*

***Ключевые слова:** сахар, центры кристаллизации, сепарирование, гранулометрический состав, фракционирование*

Сахарная промышленность имеет высокую значимость для народного хозяйства РФ, так как белый сахар представляет собой универсальный продукт, применяемый как непосредственно в пищу, так и в качестве сырья при производстве других продуктов питания [2]. В связи с вышеперечисленным актуальным является направление на совершенствование технологий сахарного производства, позволяющих обеспечить высокое качество белого сахара.

Качество кристаллического белого сахара предопределяется условиям уваривания утфеля I кристаллизации. Самой трудоемкой фазой уваривания является формирование и рост кристаллов. При промышленной кристаллизации сахарозы в вакуум-аппарате для заводки центров кристаллизации наиболее распространено введение сахарной пудры. С технологической точки зрения, использование сахарной пудры имеет ряд недостатков, поскольку она состоит из микрокристаллов, представляющих собой обломки с неравными гранями [4,5,6].

В связи с тем, что кристаллизационное отделение сахарного завода представляет особую важность в технологическом процессе производства сахара, на сегодняшний день существуют различные мероприятия, направленные на повышение эффективности процесса кристаллизации сахарозы в вакуум-аппарате [1,4]. Существенным достижением в технологии производства белого сахара является использование в качестве затравочных центров маточного утфеля, так как его применение обеспечивает однородность гранулометрического состава сахара, сокращает длительность уваривания и улучшает центрифугирование утфеля, а также увеличивает выход сахара и снижает потери сахарозы.

В ходе исследования был разработан усовершенствованный способ производства сахара [7], предусматривающий использование в качестве центров кристаллизации маточного утфеля. Отличительной особенностью данного способа от ранее известных является предварительное фракционирование маточного утфеля в тарельчатом центробежном сепараторе.

Согласно разработанному способу, уваривание осуществляют в двух вакуум-аппаратах. Первоначально процесс уваривания ведут в первом аппарате, куда набирают смесь сиропа с клеровкой до закрытия греющей поверхности паровой камеры. По достижению смесью насыщенного состояния в нее вводят в качестве центров кристаллизации маточный утфель, прошедший

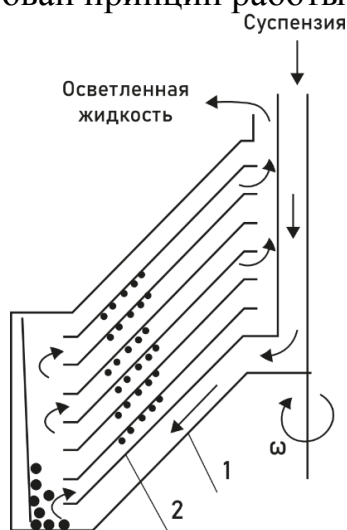
предварительное фракционирование на основе сепарирования, с кристаллами сахара в диапазоне 0,160 – 0,200 мм.

Процесс разделения гетерогенных систем в тарельчатых сепараторах осуществляется в основном в полостях между тарелками и в периферийных объемах барабанов машин [3]. Частицы, подлежащие выделению из дисперсионной среды за время пребывания жидкой смеси в расчетном объеме барабана, должны успеть пройти свой сепарационный путь. Операция фракционирования маточного утфеля позволяет ускорить процесс формирования в утфеле затравочных кристаллов однородного состава.

Опыты указали на большую эффективность фракционирования при использовании сепараторов марки АІ-ОЦМ-5. Конструктивные и режимные параметры машины: производительность  $Q_0 = 5 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; число тарелок  $Z = 53$ ; полуугол конусности тарелки =  $40^\circ$ ; минимальный и максимальный диаметр тарелки, соответственно,  $d_0 = 0,05$ ,  $d_1 = 0,105 \text{ м}$  ( $r_0 = 0,078$ ,  $r_1 = 0,163 \text{ м}$ ), толщина межтарелочного зазора  $h = 7 \times 10^{-4} \text{ м}$ , угловая скорость ротора  $\omega = 650 \text{ с}^{-1}$ .

Физико-механические параметры суспензии: динамическая вязкость  $\mu = 0,002 \text{ Па}\cdot\text{с}$ , плотность жидкости  $\rho_1 = 1030 \text{ кг/м}^3$ , плотностью твердого  $\rho_2 = 1300 \text{ кг/м}^3$ .

На рис. продемонстрирован принцип работы сепаратора-очистителя.



**Рис. Принцип разделения суспензии в сепараторе АІ-ОЦМ-5:**

1 – барабан сепаратора; 2 – пакет тарелок

Работа сепаратора осуществляется в автоматическом режиме. Обрабатываемая жидкость из которой требуется выделить частицы требуемого размера подается через центральную трубу во внутреннюю полость тарелкодержателя сепаратора и заполняет объем донной части ротора. В барабане происходит выделение из суспензии крупных кристаллов, как более тяжелой фазы, которые отбрасываются к периферии барабана. Выделение кристаллов проходит в процессе поступления жидкости через пространство между наружными краями тарелок и стенками ротора, так как пакет тарелок позволяет разделить жидкость на ряд потоков, движущихся под углом к оси вращения ротора. Осветленная жидкость после сепарирования направляется к

каналам тарелкодержателя, а частицы тяжелой фазы смещаются к периферии ротора и группируются в шламовом пространстве сепаратора, откуда они периодически из него выводятся.

После внесения маточного утфеля проводят наращивание кристаллов на подкачках сиропа с клеровкой концентрацией 65 – 75% сухих веществ, выдерживая расстояние между кристаллами в диапазоне  $5 \times 10^{-4}$  –  $2,5 \times 10^{-4}$  м с вводом по мере необходимости на раскачивание фильтрованного сока II сатурации и уваривание до содержания в утфеле 91,0 – 91,5% сухих веществ.

Разработанная технология предусматривает уваривание утфеля с частичным отбором его в другой вакуум-аппарат в количестве 40 – 45% от общей массы с целью использования отобранной части в качестве кристаллической основы для осуществления процесса уваривания во втором аппарате.

В первом вакуум-аппарате утфель уваривают до готовности сгущая его до содержания 92,0-92,5% сухих веществ, а во втором аппарате содержание сухих веществ в утфеле доводят до 92,0 – 91,5%.

Утфель из второго вакуум-аппарата перед центрифугированием раскачивают первым оттеком из первого вакуум-аппарата температурой выше чем утфель на 3-4°C до содержания в нем 92,0 – 92,5% сухих веществ.

Процесс центрифугирования осуществляют при температуре 68 – 72°C и промывание кристаллов сахара проводят горячей водой в количества 1,5 – 2,5% к массе утфеля, насыщенной озоном из расчета 5 – 8 мг/л при температуре 80 – 85°C, причем переключение сегрегатора осуществляется через 10-12 секунд от начала промывания кристаллов и промытый кристаллический белый сахар выгружают из центрифуги влажностью 0,8-1,5%.

Для практического сопоставления результатов, полученных при проведении процесса уваривания утфеля I кристаллизации с использованием предлагаемой технологии и известной, были сравнены основные показатели качества утфеля и белого сахара. Результаты сравнения представлены в таблице.

*Таблица*

**Сравнение качественных характеристик утфеля I кристаллизации и белого сахара**

№ п/п	Показатели процесса получения белого сахара	Технология получения	
		Предлагаемый способ	Известный способ
1.	Чистота утфеля, %: в первом вакуум-аппарате во втором вакуум-аппарате	91,95	92,00
		91,81	91,85
2.	Содержание сухих веществ, %: в первом вакуум-аппарате во втором вакуум-аппарате	92,25	92,10
		92,30	92,50
3.	Выход кристаллов сахара из центрифуги, % к массе утфеля	49,20	49,10

4.	Физико-химические показатели качества белого сахара: цветность, ед. опт. пл.	98	104
	Зола, %	0,022	0,030
	Редуцирующие вещества, %	0,37	0,04
	Гранулометрический состав: Ср, мм К <sub>п</sub> , %	0,74 26,8	0,70 27,6

Исходя из анализа полученных в ходе исследования данных и сопоставления двух способов, можно сделать вывод о том, что в процессе уваривания утфеля I кристаллизации применение маточного утфеля, прошедшего предварительного фракционирования методом сепарирования позволяет увеличить выход сахара на 0,1% к массе утфеля, повысить качественные показатели белого сахара и снизить коэффициент неоднородности на 0,8%.

#### Библиографический список

1. Лебедева, Н. Н. Усовершенствование процесса кристаллизации сахарозы / Н. Н. Лебедева, А. А. Славянский, Д. П. Митрошина // Развитие инженерного образования и его роль в технической модернизации АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию подготовки инженеров-механиков Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, Ижевск, 11–13 ноября 2020 года. – Ижевск: Ижевская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. – С. 135-140.
2. Развитие национальной инфраструктуры качества в области сахарной промышленности / Е. А. Тарасова, К. Б. Гурьева, А. А. Славянский и др. // Сахар. – 2021. – № 5. – С. 20-23.
3. Semenov, E. V. Quantitative Analysis of Suspension Clarification Process in Inter-Tray Space of Separator Drum / E. V. Semenov, A. A. Slavyanskiy, D. P. Mitroshina // Chemical and Petroleum Engineering. – 2021. – Vol. 57. – No 5-6. – P. 361-369.
4. Каганов, И. Н. Гранулометрия сахара-песка / И. Н. Каганов, А. А. Славянский // Сахарная промышленность. – 1970. – № 12. – С. 6-10.
5. Усовершенствование преддефекационной обработки диффузионного сока / А. А. Славянский, А. М. Гаврилов, Л. Л. Клименко, В. И. Купреева // Сахарная промышленность. – 1996. – № 1. – С. 17-20.
6. О механизме осаждения несахаров диффузионного сока на преддефекации / Ю. И. Сидоренко, А. А. Славянский, Г. А. Вовк, Ю. В. Данильчук // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – № 12. – С. 25-28.
7. Патент № 2759120 С1 Российская Федерация, МПК С13В 30/00. Способ производства сахара: № 2021108035: заявл. 25.03.2021: опубл. 09.11.2021 / А. А. Славянский, Д. П. Митрошина, Н. Н. Лебедева.