

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Славоросовой Елены Викторовны «Разработка кристаллизатора – выпаривателя для переработки НФ-концентрата молочной сыворотки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность темы диссертации. В соответствии с проектом стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации до 2030 года перед молочной промышленностью стоят задачи снижения энергопотребления; обеспечение улучшения экологической обстановки в промышленных зонах; вовлечения в хозяйственный оборот вторичных ресурсов, получаемых при производстве молочных продуктов. Представленная на защиту работа посвящена переработке и вовлечению в производство основного вторичного ресурса молочной промышленности – сыворотки, обладающей высокой пищевой ценностью и лечебными свойствами, как правило, не используемой в пищевых целях. Основным недостатком сыворотки, препятствующим её широкому применению для пищевых целей, является избыток влаги. При этом в сухом веществе сыворотки наблюдается избыток лактозы (70 %) и минеральных веществ (15 %). Известное оборудование, используемое для переработки сыворотки, рассчитано на большую производительность, и его применение при малых объемах сыворотки экономически нецелесообразно. Таким образом, разработка оборудования для переработки сыворотки при её объемах менее 20 т в сутки является актуальной задачей. При реализации поставленных задач соискателем была выдвинута гипотеза о возможности совмещения процессов концентрирования сыворотки и кристаллизации лактозы при организации в кристаллизаторе циклических температурных режимов, что позволит использовать в качестве исходного сырья НФ-концентрат молочной сыворотки. Выдвинутая гипотеза нашла своё подтверждение в представленной работе.

Научная ценность работы. 1. Теоретически установлено, что при одновременном нагревании кристаллизата воздухом с температурой 60 °С и водой с температурой 70 °С, при расходе горячего воздуха 0,0009 м³/с, максимальная температура, достигаемая кристаллизатором составляет 62 °С; при одновременном охлаждении кристаллизата воздухом с температурой 0 °С и водой с температурой 1 °С, при расходе холодного воздуха 0,0003 м³/с, минимальная температура кристаллизата составляет 1,3 °С; при 24-часовом периоде работы содержание сухих веществ в сыворотке может достигать 63 %.

2. Экспериментально установлено, что оптимальным режимом работы кристаллизатора является первоначальное сгущение НФ-концентрата до содержания сухих веществ как минимум 50 % с последующим проведением циклической кристаллизации. При циклической кристаллизации (4 цикла) при температуре горячей воды 70 °С, температуре холодной воды 4 °С – 6 °С, кристаллизат нагревается до 67 °С, а охлаждается до 8 °С, при этом степень кристаллизации достигает 65 % при среднем размере кристалла 120 мкм.

3. Разработана методика инженерного расчета, рассчитан и изготовлен кристаллизатор-выпариватель с воздушным и водяным охлаждением и подогревом, вместимостью 5 л кристаллизата, с коэффициентом теплопередачи между теплоносителем и кристаллизатором для горячей воды – 323 Вт/(м²·К), для холодной воды – 238,6 Вт/(м²·К).

4. Разработана математическая модель процессов теплообмена, выпаривания и кристаллизации лактозы в кристаллизаторе с воздушным и водяным охлаждением и подогревом с циклическими температурными режимами работы, позволяющая определить температурные режимы работы, содержание растворенных сухих веществ, процент выкристаллизованной лактозы, показатель скорости кристаллизации в каждый момент времени в зависимости от физико-химических свойств кристаллизата, от расхода воздуха и его термодинамических свойств, и от термодинамических свойств теплоносителя, подаваемого в рубашку.

Достоверность полученных результатов диссертационной работы подтверждена соответствием результатов теоретических и экспериментальных исследований, 3-5 кратной повторностью экспериментов, использованием современных приборов и стандартных методик.

Практическая значимость работы. В результате теоретических и экспериментальных исследований разработана усовершенствованная линия производства частично делактозированной деминерализованной сыворотки и предложено ее аппаратное оформление, позволяющее повысить степень деминерализации до 50 %, выкристаллизовать 70 % и отделить 50 % от изначальной лактозы. Разработана методика оптимизации аминокислотного состава пищевого продукта на основе метода наименьших квадратов. Спроектирован 2-х компонентный сывороточно-злаковый продукт с оптимальным аминокислотным составом, состоящий из частично делактозированной деминерализованной сыворотки и пшеничных отрубей с соотношением компонентов 1:6,1. Расчет показал, что энергозатраты на переработку 10 т сыворотки по предлагаемой технологии составляют 4499 рублей, что в 2,8 раз меньше затрат по известной технологии.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на конференциях международного и всероссийского уровней, научно-практических конференциях в г. Вологда, Красноярск, Воронеж, Ставрополь и др. По результатам исследований опубликованы 19 печатных работ, из них 7 в изданиях, входящих в перечень российских рецензируемых научных журналов. Получены 2 патента Российской Федерации.

Замечания.

1. Неудачно, на наш взгляд, сформулирована цель исследования (не те приоритеты). **«Целью диссертационной работы является разработка кристаллизатора выпаривателя для переработки НФ-концентрата молочной сыворотки...».** В то же время «Объектами исследования являются процессы концентрирования НФ-концентрата молочной сыворотки выпариванием и кристаллизации лактозы, совмещенной с процессом выпаривания» и «Предметом исследования является НФ-концентрат молочной сыворотки». Все же на первом месте должно стоять усовершенствование процессов, а под них уже разрабатывали оборудование.

2. В выводах отмечено «Разработана методика оптимизации аминокислотного состава пищевого продукта на основе метода наименьших квадратов». Оптимизация всегда предполагает наличие целевой функции и управляющей переменной. В автореферате мы не увидели ни первой, ни второй. Может автор имела в виду что-то другое? И хотелось бы знать каким образом, за счет каких физико-химических процессов регулируется (оптимизируется) аминокислотный состав белка молока.

Указанное замечание не снижает научную и практическую ценность работы в целом. Работа выполнена на высоком методическом и научном уровне, материал диссертационной работы изложен ясно и последовательно, а выводы вытекают из результатов проведенных исследований.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа Славросовой Елены Викторовны на тему «Разработка кристаллизатора выпаривателя для переработки НФ-концентрата молочной сыворотки», удовлетворяет требованиям ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.18.12, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук, доцент кафедры
«Управление качеством» ФГБОУ ВО
«Кемеровский государственный университет»
, 650000, Российская Федерация,
г. Кемерово, ул. Красная, 6

Ф.И.О. Майтаков А.А.
подпись Майтаков А.А. ф.и.о.
«08» 11 2021 г.
Майтаков Анатолий Леонидович
тел. 8-903-941-3726

08.11.2021