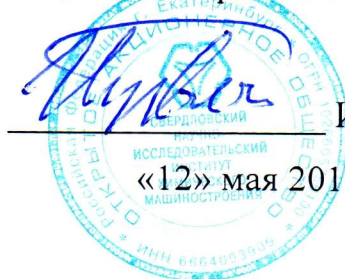


«УТВЕРЖДАЮ»

Первый заместитель Генерального
директора по науке и инновациям

ОАО «СвердНИИхиммаш»



И.Б. Гурвич

«12» мая 2015 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Лазарева Владимира Александровича на тему
«Разделение и концентрирование молочной сыворотки
на ультрафильтрационных и обратноосмотических мембранах»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Лазарева Владимира Александровича посвящена разработке процессов разделения и концентрирования молочной сыворотки на ультрафильтрационных и обратноосмотических мембранах отечественного производства. Несмотря на активное развитие молочной промышленности Российской Федерации в последние годы, о чем свидетельствует увеличение производства молока на 3% в 2014 году, а также появление на рынке новых видов молочной продукции высокого качества, актуальными остаются вопросы, связанные с повышением эффективности предприятий за счет максимального использования образующихся вторичных сырьевых ресурсов. Таким ресурсом на предприятиях молочной отрасли, производящих сыры и творог по классической технологии, является образующаяся в значительных объемах молочная сыворотка, содержащая белок, лактозу, водорастворимые витамины и минеральные вещества. К

сожалению, по экспертным оценкам, из этих объемов перерабатывается не более 50%, а оставшаяся часть утилизируется либо используется нерационально. Известную трудность создает и низкое содержание полезных компонентов в исходных творожной и подсырной сыворотках, что приводит к необходимости ее разделения, фракционирования и концентрирования перед дальнейшим использованием в производстве. Наиболее предпочтительна для этого именно мембранная технология, позволяющая проводить указанные процессы с сохранением органических компонентов в нативном состоянии, при сниженных энергетических затратах (по сравнению с другими методами). Несмотря на то, что мембранная технология в молочной промышленности применяется уже не один десяток лет, на рынке периодически появляются новые марки мембран отечественного производства, а некоторые важные физико-химические показатели, такие как, например, осмотическое давление молочной сыворотки, отсутствуют в литературе или требуют уточнения. Вследствие этого, представленная диссертационная работа Лазарева Владимира Александровича, посвященная разработке баромембранных процессов разделения и концентрирования молочной сыворотки на ультрафильтрационных и обратноосмотических мембранах, представляет несомненный интерес и **отвечает критерию актуальности.**

Цели работы

Цели диссертационной работы заключались в определении основных закономерностей процессов переработки молочной сыворотки баромембранными методами с применением мембран отечественного производства; определении на основании полученных данных параметров ультрафильтрационного разделения и обратноосмотического концентрирования молочной сыворотки, позволяющих проводить вышеуказанные процессы без предварительной подготовки сырья; определении осмотических давлений творожной и подсырной сывороток,

разработке метода расчета обратноосмотических установок для концентрирования молочной сыворотки.

Лазаревым Владимиром Александровичем выполнен значительный объем экспериментальных исследований в области двухстадийной переработки молочной сыворотки: ультрафильтрационного (УФ) разделения на первом этапе и последующего обратноосмотического концентрирования (ОО), рассмотрены основные закономерности этих процессов с использованием достаточно широкого спектра современных мембран отечественного производства, таких как полимерные мембраны серий УАМ, УПМ, керамические серии КУФЭ на стадии УФ и мембраны МГА-80П и -100П на стадии ОО.

Научная новизна

В представленной диссертационной работе, в качестве научной новизны полученных Лазаревым В.А. результатов, следует отметить несколько основных моментов. Во-первых, в работе впервые приводятся количественные данные по деминерализации творожной и подсырной сывороток на стадии обратного осмоса с применением мембраны МГА-80П, что весьма важно при дальнейшей переработке концентрата. Во-вторых, определен вклад компонентов молочной сыворотки (по лактозе $C_{12}H_{22}O_{11}$ и основным минеральным веществам KCl , $NaCl$, $CaCl_2$) в общую величину осмотического давления. В-третьих, научную ценность, несомненно, представляет определенное автором значение осмотического давления творожной и подсырной молочной сывороток.

Практическая значимость

Подтверждением практической значимости результатов диссертационной работы Лазарева В.А. является успешная апробация их в промышленных условиях. Диссертантом разработана и внедрена технологическая схема переработки молочной сыворотки, исключая

трудоемкую стадию предварительной подготовки исходного сырья. Имеет практическую значимость для производителей мембранного оборудования и представленный в подразделе 3.4 (стр. 93-100) метод расчета обратноосмотической установки, позволяющий проводить технологические расчеты с получением основных параметров проектируемой установки.

Анализ основного содержания диссертационной работы

Диссертационная работа Лазарева В.А. представлена на 119 страницах машинописного текста. Диссертация включает в себя 36 рисунков, 13 таблиц. Библиографический список состоит из 135 наименований.

Во введении автор обосновывает актуальность выбранной темы исследования, посвященного разработке баромембранных процессов разделения и концентрирования молочной сыворотки без предварительной подготовки с применением мембран отечественного производства. Определены основные цели и сформулированы задачи исследования, которые необходимо решить для реализации поставленной цели.

В литературном обзоре диссертант приводит подробный анализ теоретических основ баромембранных процессов ультрафильтрационного разделения и обратноосмотического концентрирования, рассматривает влияние температуры, рабочего давления, концентрации и гидродинамических условий над мембраной на эффективность баромембранных процессов. Представлен обзор применения баромембранных процессов в молочной промышленности с целью анализа состояния данного вопроса в настоящее время. Приведены примеры методов определения осмотического давления и некоторые известные значения величины данного параметра для различных растворов пищевой промышленности.

Во второй главе диссертационной работы приведены материалы и методы исследования. Следует отметить, что при выполнении работы автор использовал стандартные методики определения: массовой доли казеина,

сывороточных белков и общего содержания белка по ГОСТ 25179 рефрактометрически и методом Къельдаля; массовой доли жира кислотным методом Гербера по ГОСТ 5867 и титруемую кислотность по ГОСТ 3624; массовой доли лактозы методом Лоренса. К оригинальной методике можно отнести экспериментально-аналитический способ определения осмотического давления молочной сыворотки (на основе динамического метода). Приводится достаточно подробное описание методов исследования процессов ультраfiltrации и обратного осмоса, а также метода определения осмотического давления молочной сыворотки, которые отличаются оригинальностью в подходе к решению поставленных задач. Применяемые в экспериментах мембраны по своим характеристикам отвечают поставленным в исследовании задачам и охватывают достаточно широкий спектр современных отечественных мембран, перечисленных выше. Степень достоверности полученных результатов подтверждается соответствующей математической обработкой.

В третьей главе диссертации приведено описание экспериментов по ультраfiltrационному разделению и обратноосмотическому концентрированию двух видов молочной сыворотки, анализ полученных результатов, описан метод определения осмотических давлений творожной и подсырной сывороток и приведена методика расчета обратноосмотической установки для концентрирования молочной сыворотки. В данной главе Лазарев В.А. делает обоснованный выбор керамических мембран серии КУФЭ (0,01) для УФ разделения и полимерных мембран МГА-80П для ОО концентрирования, а также таких параметров вышеназванных процессов, которые обеспечивают оптимальные условия их проведения без применения стадии предварительной подготовки исходной молочной сыворотки, что подтверждает экспериментально. На основании полученных данных осмотических давлений творожной и подсырной сывороток, автор делает вывод об аддитивности осмотического давления и возможности переноса

данного метода на другие многокомпонентные растворы, близкие по составу к молочной сыворотке.

Представлен метод расчета обратноосмотической установки, основанный на результатах экспериментальных исследований. С учетом гидродинамики среды и массопереноса в мембранном элементе, автором получены уравнения, позволяющие определить основные параметры обратноосмотической установки. Экспериментальные и расчетные результаты имеют удовлетворительную сходимость.

В четвертой главе диссертационной работы Лазаревым В.А. представлен технико-экономический анализ процесса переработки молочной сыворотки. Разработана технологическая схема линии переработки молочной сыворотки, исключая трудоемкую стадию предварительной подготовки исходной сыворотки, заключающейся в отделении высокомолекулярной (жир и казеин) и низкомолекулярной (фосфат кальция) фаз, что существенно упрощает машинно-аппаратурное оформление линии.

Замечания и вопросы

Не смотря на достаточно высокий уровень проработки всех глав диссертационной работы, имеется ряд замечаний:

1. На странице 70 третьей главы диссертации автор упоминает о регенерации мембран. При этом не описано, как именно производится регенерация, с применением каких средств. Почему, столь важная проблема, как образование отложений на поверхности мембраны, снижающих проницаемость и препятствующих проведению баромембранных процессов в оптимальном режиме, автором не рассмотрена?

2. В тексте диссертационной работы (стр. 11, 60, 73) часто упоминается словосочетание «предварительная подготовка молочной сыворотки», причем на стр. 60 автором достаточно подробно раскрыто, в чём именно она заключается. Не вполне понятно, почему выбранная

последовательность процессов переработки с применением мембран КУФЭ (0,01) позволяет данную стадию исключить.

3. На стр. 49 приведена фотография пилотной установки для ультрафильтрационного разделения молочной сыворотки. Приведенная компоновка представляется не вполне рациональной, так как установка занимает довольно большую площадь, имея тяжелую металлическую раму из нержавеющей стали, хотя состоит всего лишь из одного модуля ультрафильтрации. Допускается ли возможность другой компоновки промышленной установки с точки зрения эргономики? Предлагаю автору учесть различные монтажные, эксплуатационные аспекты (например, замена/ремонт насоса, замена мембран) при дальнейшей доработке установки разделения молочной сыворотки.

Приведенные выше замечания не снижают общей высокой оценки диссертации Лазарева Владимира Александровича.

Основные положения диссертации изложены в 16 печатных работах, в том числе в 5 статьях в журналах, входящих в перечень реферируемых изданий ВАК РФ. Автором получен патент на полезную модель «Мембранная установка разделения молочной сыворотки методом ультрафильтрации» (рег. номер в Государственном реестре №146354 от 08.09.2014 г.). Автореферат полностью передает основное содержание диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Лазарева Владимира Александровича «Разделение и концентрирование молочной сыворотки на ультрафильтрационных и обратноосмотических мембранах», представленная к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология, соответствует паспорту специальности научных работников 05.17.18 в следующих пунктах: №2 «Теория мембранных процессов, механизмы

переноса компонентов через мембраны различной природы. Кинетика мембранного транспорта»; №3 «Разработка принципов функционирования мембран различного назначения при мембранном разделении компонентов жидких и газовых смесей и мембранном катализе»; №4 «Технологические схемы с применением мембранных процессов, их экономическое и экологическое обоснование».

Считаю, что диссертационная работа Лазарева Владимира Александровича на тему «Разделение и концентрирование молочной сыворотки на ультрафильтрационных и обратноосмотических мембранах» является завершенной научно-квалификационной работой, соответствующей по выбранной тематике, актуальности, научной новизне и практической значимости, а также достоверности полученных результатов требованиям паспорта специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология и п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней (в ред. Постановления Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.), а **Лазарев Владимир Александрович**, автор представленной диссертации, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.17.18 – Мембраны и мембранная технология.

Начальник отдела выпарного, опреснительного и кристаллизационного оборудования
ОАО «СвердНИИхиммаш»,
кандидат технических наук



Третьяков Дмитрий Сергеевич

Подпись Д.С. Третьякова заверяю
Директор департамента
по управлению персоналом
ОАО «СвердНИИхиммаш»



Солган Марина Станиславовна

Открытое акционерное общество «Свердловский научно-исследовательский институт химического машиностроения» (ОАО «СвердНИИхиммаш»)
620010, г. Екатеринбург, ул. Грибоедова, д. 32
Тел: +7 (343) 258-55-10; e-mail: niihm@ural.ru.