

Московская олимпиада школьников по экологии
2024–2025 учебный год
11 класс

Задание 1. «Даурский заповедник»

*Задание предоставлено партнёром олимпиады –
Межрегиональным общественным движением «Друзья заповедных островов».*



На юге Забайкальского края, у самой границы с Монголией, расположен один из биосферных заповедников нашей страны – Даурский. Заповедник был организован в 1987 году для охраны природного комплекса степных озёр и водно-болотных угодий, занимающих более 80 % его территории. Степная зона Забайкалья отличается уникальным климатом: чередование влажного и засушливого периодов происходит примерно каждые 30–35 лет. Вследствие этого происходят ежегодные колебания уровня воды в степных озёрах, вплоть до полного исчезновения водоёмов в засушливые годы. По берегам озёр и на островах гнездятся десятки видов водоплавающих и околоводных птиц. К их числу относится реликтовая чайка – редчайший вид, гнездовые колонии которого сохранились лишь на нескольких озёрах в Центральной Азии, а общая численность не превышает нескольких тысяч особей. Реликтовая чайка внесена в Красные Книги Международного союза охраны природы (МСОП) и Российской Федерации.

Помимо озёр и водно-болотных угодий, в Даурском заповеднике охраняются степные экосистемы. К моменту образования заповедника биом Даурских степей уже сильно пострадал из-за распашки и высадки лесополос, а неконтролируемая охота серьёзно подорвала численность важных средообразователей степей – копытных млекопитающих. Были полностью уничтожены такие виды копытных, как лошадь Пржевальского, кулан, аргали (дикий баран) и монгольский дзерен – один из двух видов антилоп, обитающих на территории России. Попали в категорию редких и другие виды степных млекопитающих, например монгольский сурок – тарбаган и дикий кот – манул. Среди птиц незамедлительных мер по охране требовали несколько видов журавлей (в том числе и символ будущего заповедника – даурский журавль), дрофа и многие

виды пернатых хищников. Появление заповедника позволило резко снизить антропогенное воздействие на хрупкие степные экосистемы и сохранить уникальный природный комплекс. Численность большинства редких видов стабилизировалась и начала расти. С прилегающей территории Монголии в заповедник начали заходить дзерены, но в первые годы существования заповедника их численность не превышала 10–15 особей. Восстановить численность степной антилопы удалось только после расширения охраняемых территорий в степях Забайкальского края (в 2011 году был организован федеральный заказник «Долина дзерена») и включения их в состав международного заповедника (трансграничного резервата) «Даурия» (наряду с Даурским заповедником и заказником «Долина дзерена» в него входят со стороны Монголии строго охраняемая природная территория «Монгол Дагуур» и со стороны Китая биосферный заповедник «Далайнор»). В настоящее время на российской территории постоянно обитает 10–15 тысяч дзеренов, а в некоторые годы огромные (до нескольких десятков тысяч особей) стада приходят с территории Монголии. В 2017 году эта природная территория была включена в список всемирного наследия ЮНЕСКО как международный объект.

Вопросы к заданию 1

1.1 Почему высадка лесополос оказывает негативный эффект на степную экосистему?

1.2 Почему лесополосы оказывают положительное влияние на искусственные агроэкосистемы?

1.3 Какую роль играют копытные млекопитающие в степной экосистеме? Чем опасно для экосистемы степей исчезновение копытных?

1.4 Почему для восстановления численности степных антилоп необходимо было расширить заповедную территорию и создать трансграничный резерват? Как может измениться численность дзерена в Даурском заповеднике в связи с происходящими климатическими изменениями?

1.5 Режим охраны природных комплексов в биосферном заповеднике гораздо более строгий, чем в заказнике. Почему для восстановления численности дзерена оказалось достаточно создания заказника, без расширения территории биосферного заповедника?

1.6 Известно, что, несмотря на самые строгие меры охраны, численность реликтовых чаек в Даурском заповеднике сильно колеблется, а в некоторые годы они вообще не гнездятся. Какие факторы определяют такую динамику численности этого вида? Какое влияние на численность реликтовой чайки могут оказать происходящие климатические изменения?

1.7 Почему восстановление численности тарбагана в Даурском заповеднике положительно сказалось на многих других степных животных? Почему здоровье популяции этого зверька очень тщательно контролируется даже в условиях биосферного заповедника?

1.8 В чём заключаются сложности для развития экологического туризма на трансграничных охраняемых территориях?

Задание 2. «Экологическая катастрофа в Керченском проливе»

*Задание предоставлено партнёром олимпиады –
Московским государственным институтом международных
отношений Министерства иностранных дел РФ*



15 декабря 2024 года, в Керченском проливе, во время шторма произошёл разлом корпусов двух нефтяных танкеров. В результате крушения один танкер затонул, второй потерял управление и дрейфовал, пока не сел на мель, произошёл разлив нефтепродуктов, часть из которых смешалась с толщей воды, часть — вынесена на берег. Выброс мазута отмечен на побережьях Кубани и Крыма. Данные по попавшему в морскую воду количеству мазута разнятся от 2,4 до 3,7 тонн. Всего суда перевозили 9,2 тыс. тонн топлива.

В начале января 2025 года, Президент России Владимир Путин поручил создать федеральный штаб для ликвидации последствий аварии. Еженедельно проводятся заседания Правительственной комиссии для координации работ по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации. 25 января Правительство выделило 1,5 млрд. рублей на ликвидацию последствий разлива. На всех пляжных территориях Краснодарского края лабораториями Роспотребнадзора ведётся анализ проб грунта и песка. Данные замеров проб воздуха, питьевой воды, биоресурсов, проведённых лабораториями Роспотребнадзора, остаются в норме. К середине февраля очищено 357 км береговой линии, собрано более 186 тыс. т загрязнённого песка и грунта. На площадки временного хранения вывезено порядка 144 тыс. т, для утилизации в специализированные организации вывезено более 48 тыс. т. Данная работа продолжается.

Активные участники ликвидации последствий аварии в Керченском проливе – волонтеры. Добровольцы собирают нефтепродукты в мешки для последующей утилизации, которую осуществит специализированное предприятие. По береговой линии идут работы по спасению птиц, которым необходима помощь. В Краснодарском крае работают шесть центров по спасению птиц, пострадавших от мазута.

Вы изучили предложенный текст по экологической катастрофе в Керченском заливе. Теперь ваша задача определить другие источники поступления нефти и нефтепродуктов в Мировой океан (1); определить, что происходит с нефтью и нефтепродуктами в водной среде и их воздействием на биоту (2), а также показать свои знания по снижению негативного воздействия нефти и нефтепродуктов на природу и человека (3).

Вопросы к заданию 2

2.1 Помимо аварий во время транспортировки, какие ещё существуют источники загрязнения нефтью и нефтепродуктами Мирового океана? Назовите не менее 4-х источников (не включая аварии нефтетанкеров). На какие 2 группы можно разделить все источники загрязнения нефтью и нефтепродуктами?

2.2 Используя рисунок, выполните задание:



Наиболее благоприятные условия для разложения нефтяных углеводородов, в том числе попавших в окружающую среду при разливах нефти, наблюдаются в определенных естественных условиях.

Охарактеризуйте эти условия. Приведите не менее трёх условий.

2.3 Какие риски существуют для волонтеров, которые принимают участие в ликвидации аварийных разливов нефти, сборе нефтезагрязнённых грунтов, очистке птиц от нефтепродуктов? Приведите 4 примера. Для каждого риска предложите меру защиты. Ответ запишите в таблицу.

Задание 3. «Расчёт индекса устойчивого развития»

*Задание предоставлено партнёром олимпиады –
Российским университетом дружбы народов.*



Компания «Зелёный угол» занимается производством и установкой экологичных модульных домов из дерева. Руководство компании решает оценить свой вклад в устойчивое развитие, учесть экологические, социальные и экономические аспекты своей деятельности (ESG).

Цель: рассчитать индекс устойчивого развития компании «Зелёный угол».

Данные:

- использование возобновляемых источников энергии для производства;
- закупка сертифицированных по экологическим стандартам материалов у местных поставщиков;
- формирование новых рабочих мест и содействие развитию местных сообществ;
- наличие спроса на товары компании.

Требуется: разработать методику расчёта индекса устойчивого развития (ИУР) компании, учитывая следующие факторы.

1. Экологический аспект: использование возобновляемых источников энергии и закупка сертифицированных по экологическим стандартам материалов (вес фактора – 30 %).
2. Социальный аспект: формирование новых рабочих мест и содействие развитию местных сообществ (вес фактора – 30 %).
3. Экономический аспект: наличие спроса на товары компании (вес фактора – 40 %).

Каждый фактор оценивается по шкале от 0 до 10 баллов. ИУР рассчитывается как среднее арифметическое всех факторов. Необходимо представить расчёты и интерпретацию результатов.

Учитывайте, что компания «Зелёный угол» достигла следующих результатов.

- Доля возобновляемой энергии – 73 % (максимально возможное значение).
- Количество созданных новых рабочих мест – 8 (среднее значение для среднего предприятия). Учитывайте, что 48 рабочих мест – выполнение показателя на 10 баллов.
- Рост продаж – 18 % (средний показатель роста для развивающейся компании). Учитывайте, что рост продаж в 36 % – выполнение показателя на 10 баллов.

Для решения задачи вам нужно выполнить следующие шаги:

3.1 Определить показатели для каждого аспекта деятельности компании: экологического, социального и экономического.

3.2 Оценить каждый показатель по шкале от 0 до 10 баллов, составить таблицу

3.3 Рассчитать индекс устойчивого развития (ИУР) как среднее арифметическое всех факторов (в баллах) и сделать вывод о вкладе компании в устойчивое развитие.

Задание 4. «Технология переработки молочной продукции»

Задание предоставлено партнером олимпиады – Национальным исследовательским университетом ИТМО.



Внимание! Для решения данного задания рекомендуем воспользоваться статьями, приведёнными в приложении (см. ниже).

Цель: разработать комплексную стратегию по переработке побочного продукта при изготовлении творога на молочном предприятии, в частности сыворотки молочной (творожной), с целью сокращения расходов на утилизацию побочного продукта и очистку сточных вод предприятия.

Вводная часть:

Производство молочной продукции является важной стратегической задачей перерабатывающей отрасли в РФ, так как обеспечивает население такими продуктами питания, как молоко питьевое, кисломолочная продукция, включая творог и творожные изделия. В соответствии с Приказом Минздрава России от 19.08.2016 N 614 (ред. от 30.12.2022) «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» установлены рациональные нормы потребления молока и молочных продуктов в объёме 325 кг/год/человека. Однако выработка некоторых молочных продуктов сопряжена с получением побочных продуктов производства, которые нуждаются в дополнительной переработке на действующем предприятии или на другом перерабатывающем предприятии с учётом требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

Входные данные:

- физико-химические показатели творожной сыворотки:
 - ✓ массовая доля сухих веществ – не менее 5 %;
 - ✓ углеводов (лактозы) – не менее 3,5 %;
 - ✓ белков – не менее 0,4 %.
- энергетическая ценность продукта – не менее 17 ккал/100 г.
- титруемая кислотность – не более 70 °Т;
- температура хранения продукта – не выше 6 °С (в соответствии с ГОСТ 34352–2017 «Сыворотка молочная – сырьё. Технические условия»).
- объём творожной сыворотки для переработки – до 50 000 кг/сутки.

Требования к разработке решения

Предложенная стратегия должна обеспечивать дополнительную выручку предприятия от реализации продуктов переработки молочной (творожной) сыворотки.

Разработанные решения должны обеспечить существенное снижение нагрузки на очистные сооружения предприятия.

Предложенные решения в перспективе должны привести к снижению степени загрязнения окружающей среды (почв, водоёмов и пр.).

При разработке решений необходимо учитывать общие требования к безопасности пищевого производства молочной продукции.

Приложение (для задания от НИУ ИТМО)

УДК 641.053.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ СЫВОРОТОЧНОГО НАПИТКА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ

Simulation of a whey drink for schoolchildren

В. А. Баландина, студент магистратуры

А. Д. Николина, студент магистратуры

Южно-Уральский государственный университет (НИУ),

(Челябинск, пр. Ленина, 76)

Рецензент: А. В. Степанов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Аннотация

Детям школьного возраста необходимы продукты функционального назначения, которые обеспечивают сбалансированное питание, направленное на развитие благоприятной микрофлоры организма. В статье рассматривается разработка рецептуры сывороточного напитка с использованием плодово-овощных соков и белкового гидролизата. Представлено обоснование использования молочной сыворотки и белкового гидролизата в рецептуре напитка для школьников.

Ключевые слова: молочная сыворотка, функциональный продукт, белковый гидролизат, пектин.

Summary

School-age children need functional products that provide a balanced diet aimed at developing a favorable microflora of the body. The article discusses the development of a whey drink formulation using fruit and vegetable juices and protein hydrolysate. The substantiation of the use of whey and protein hydrolysate in the formulation of a drink for schoolchildren is presented.

Keywords: milk whey, functional product, protein hydrolysate, pectin.

Молоко и молочные продукты играют большую роль в рационе человека. Высокая питательная ценность молока и молочных продуктов заключается в том, что они содержат необходимые организму человека вещества в оптимально сбалансированных пропорциях и в легкоусвояемой форме [1]. В процессе производства молочных продуктов образуется вторичное молочное сырье – обезжиренное молоко, пахта и сыворотка. Зачастую молочные предприятия сливают эти отходы. Однако, вторичное молочное сырье является ценным источником белка. Белки молочной сыворотки – альбумин и глобулин превосходят по биологической ценности белок молока – казеин [2].

Молочная сыворотка обладает высокой пищевой и биологической ценностью. Химический состав представлен 50% сухих веществ, в том числе 20% белков, 10% молочного жира, 95% лактозы, 80% минеральных веществ [3]. Современные ученые утверждают, что продукты из сыворотки имеют диетическое и лечебное значение [4]. Белок молочной сыворотки, состоящий из β -лактоглобулина, α -лактальбумина и сывороточного альбумина, содержит все незаменимые аминокислоты [5]. Сывороточные белки богаты дефицитными незаменимыми аминокислотами (лизин, триптофан, метионин, треонин и цистеин), что позволяет считать их наиболее биологически ценной частью белков молока. Использование сывороточных белков при производстве пищевых продуктов имеет большое практическое значение.

ние. Энергетическая ценность молочной сыворотки составляет 1013 кДж/кг или 36 % от энергетической ценности цельного молока [6].

Белковый гидролизат – это смесь отдельных белковых веществ (пептидов и свободных аминокислот), образующихся в результате реакции гидролиза белка. Белковые гидролизаты получают при ферментативном гидролизе путем расщепления длинных цепей белков на более короткие пептиды и аминокислоты. В результате процесса гидролиза белка молекулы становятся меньше и, таким образом, более легкоусвояемыми организмом. Это позволяет организму быстрее и эффективнее усваивать аминокислоты, необходимые для многих физиологических и метаболических процессов. Также, белковый гидролизат содержит все необходимые аминокислоты, включая незаменимые аминокислоты, которые организм не может производить самостоятельно и должны быть получены из пищи. Это делает его полноценным и качественным источником белка для поддержания здорового общего состояния и функционирования организма [7].

Пектины представляют собой природные полисахариды, которые содержатся почти во всех растениях. На территории России наиболее распространенным пектинсодержащим сырьем являются яблоки, сахарная свекла, цитрусовые, подсолнечник, клубни топинамбура и др. [8]. Пектин – натуральный пребиотик. Он стимулирует рост бифидо- и лактобактерий в кишечнике, способствует увеличению числа полезных бактерий, нормализует двигательную активность ЖКТ. Попадая в желудочно-кишечный тракт, он притягивает на себя воду, помогает продвижению пищи из желудка в кишечник.

Таким образом, эти компоненты в составе напитка могут служить профилактикой заболеваний желудочно-кишечного тракта у школьников, за счет своих свойств.

Для создания рецептуры проводилось математическое моделирование в программе Excel с помощью надстройки Поиск решения, этапы которого приведены на рисунке 1.



Рис. 1. Этапы проведения оптимизации в программе Excel с помощью надстройки Поиск решения

Для моделирования рецептуры составлен банк данных о показателях качества компонентов сывороточного напитка, представленных в таблице 1, и балансовые уравнения, представленные в таблице 2.

Таблица 1

Банк данных для проведения моделирования рецептуры

Компоненты рецептуры	Белки, %	Жиры, %	Углеводы, %	Пищевые Волокна, %	Сухие вещества, %	Витамин А, мг	Витамин В6, мг	Витамин В12, мг	Кальций, мг	Фосфор, мг	Калий, мг	Себестоимость, руб.
Сыворотка творожная	0,9	0,3	3,5	0	5,0	2,0	0,12	0,29	60	78	130	15
Сок морковный	1,1	0,1	12,6	1,0	15,0	350	0	0	19	26	130	160
Сок яблочный	0,5	0,1	10,1	0,2	12,0	0	0,04	0	7	7	120	80
Сироп лактулозы	0	0	3,5	3,5	0	0	0	0	0	0	0	800
Белковый гидролизат	80	5,5	2,5	0	92,0	0	0	0	0	0	0	1200
Пектин	0,3	0,3	90,0	9,0	90,6	0	0	0	7	0	0	940

Таблица 2

Балансовые уравнения

Балансовый показатель	Уравнения и ограничения
Содержание белка	$0,9 \cdot x_1 + 1,1 \cdot x_2 + 0,5 \cdot x_3 + 80 \cdot x_5 + 0,3 \cdot x_6 \geq 2,2$
Содержание жира	$0,3 \cdot x_1 + 0,1 \cdot x_2 + 0,1 \cdot x_3 + 5,5 \cdot x_5 + 0,3 \cdot x_6 \leq 0,7$
Содержание углеводов	$3,5 \cdot x_1 + 12,6 \cdot x_2 + 10,1 \cdot x_3 + 3,5 \cdot x_4 + 2,5 \cdot x_5 + 90 \cdot x_6$ – не ограничено
Пищевые волокна	$1 \cdot x_2 + 0,2 \cdot x_3 + 3,5 \cdot x_4 + 9 \cdot x_6 \geq 2$
Сухие вещества	$5 \cdot x_1 + 15 \cdot x_2 + 12 \cdot x_3 + 92 \cdot x_5 + 90,6 \cdot x_6$ – не ограничено
Витамин А	$2 \cdot x_1 + 350 \cdot x_2$
Витамин В6	$0,12 \cdot x_1 + 0,04 \cdot x_3$
Витамин В12	$0,29 \cdot x_1$
Кальций	$60 \cdot x_1 + 19 \cdot x_2 + 7 \cdot x_3 + 7 \cdot x_6$
Фосфор	$78 \cdot x_1 + 26 \cdot x_2 + 7 \cdot x_3$
Калий	$130 \cdot x_1 + 130 \cdot x_2 + 120 \cdot x_3$
Себестоимость (функция цели)	$15 \cdot x_1 + 160 \cdot x_2 + 80 \cdot x_3 + 800 \cdot x_4 + 1200 \cdot x_5 + 940 \cdot x_6 \rightarrow \min$

При запуске надстройки «Поиск решения» программа выдала несколько рецептов, удовлетворяющих введенным требованиям, из которых нами выбраны 3, представленные в таблице 3.

Таблица 3

Сводная таблица рецептов напитков

Компоненты	Содержание компонентов, %		
	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Сыворотка творожная	96,3	21,3	67,0
Сок морковный	0,1	42,6	14,1
Сок яблочный	0	27,6	10,4
Сироп лактулозы	0,1	5,0	5,0
Белковый гидролизат	3,0	3,0	3,0
Пектин	0,5	0,5	0,5

На рисунке 2 представлены готовые образцы сывороточных напитков.



Рис. 2. Готовые образцы сывороточного напитка

С помощью математического моделирования в программе Excel можно создавать различные рецепты пищевых продуктов в зависимости от необходимого результата. Метод максимально простой и выполняется с помощью математических программ, благодаря которым разработка продуктов питания в разы ускоряется и в случае необходимости быстро корректируется.

УДК 637.1

Е. А. Лебедянцева, М. Н. Иванцова, И. С. Селезнева

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

maydrow@gmail.com

ПЕРЕРАБОТКА МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

В работе рассмотрены возможности безотходной переработки молочной сыворотки, являющейся многотоннажным побочным продуктом в молочном производстве. Затраты на ее утилизацию и очистку сточных вод представляют существенную статью расходов предприятий. Предложено использование мембранных технологий для качественной переработки молочной сыворотки с целью получения перспективных продуктов, используемых в пищевой и косметической промышленности.

Ключевые слова: безотходная технология; молочная сыворотка; мембранные технологии.

E. A. Lebedyantseva, M. N. Ivantsova, I. S. Selezneva

Ural Federal University, Ekaterinburg

THE WHEY PROCESSING

The possibilities of non-waste processing of whey, which is a large-tonnage by-product in dairy production are considered in this paper. The costs of its disposal and wastewater treatment represent a significant expense item for enterprises. The use of membrane technologies for high-quality whey processing with the aim of obtaining promising products used in the food and cosmetic industry is proposed.

Key words: non-waste technologies; whey; membrane technologies.

Молочная промышленность относится к материало- и энергоемким отраслям народного хозяйства. В себестоимости молочных продуктов затраты на сырье составляют более 80 %. Промышленная переработка молока на принципах безотходной технологии, полное извлечение всех компонентов, рациональное

использование промежуточных и побочных продуктов, снижение нормативных потерь и исключение неиспользованных отходов являются важнейшими резервами увеличения объемов вырабатываемой молочной продукции и повышения эффективности производства. Безотходная технология обеспечивает исключение загрязнения окружающей среды и, таким образом, имеет большое экологическое значение [1].

Реализация принципов безотходной технологии в молочной промышленности возможна на основе комплексного использования всех компонентов молока для производства продуктов питания либо раздельного извлечения компонентов с последующей переработкой нежирного молочного сырья и промежуточных продуктов [1].

Молочная сыворотка – многотоннажный побочный продукт, образующийся в процессе производства творога, казеина и сыров из молока. За рубежом в основном это подсырная сыворотка, а в России – подсырная и творожная сыворотки – 54 и 45 %, соответственно.

Нормы выхода молочной сыворотки в зависимости от вида конечного продукта (в % от перерабатываемого сырья): сыры – 65–80, творог – 80, казеин – 75. При этом в России из сыворотки, объем которой составляет более 5 млн тонн в год, для промышленной переработки используется не более 15 % [1].

В сыворотку переходит около 50 % сухих веществ молока. Основные сухие компоненты, содержащиеся в сыворотке в г/100 мл (%): лактоза – 4,66 (71,7), белковые вещества (казеин, альбумин, глобулин) – 0,91 (14,0), минеральные вещества – 0,50 (7,7), жир – 0,37 (5,7) [3].

Молочная сыворотка является ценным питательным компонентом, биологическая ценность которой обусловлена содержащимися в ней белками, углеводами, липидами, микро- и макроэлементами, витаминами, органическими кислотами, ферментами, иммунными телами.

Таким образом, представляет интерес выбрать наиболее рациональный способ переработки молочной сыворотки для того, чтобы реализовать весь ее потенциал с точки зрения продукта

питания, обеспечить наиболее полное использование сырья на молочном предприятии и снизить негативное влияние производства на окружающую среду.

Основными продуктами переработки сыворотки являются: сухая сыворотка, концентраты сывороточных белков – КСБ, сухая деминерализованная сыворотка, являющаяся незаменимым компонентом в производстве продуктов детского питания, а также в рецептуре напитков повышенной биологической ценности [4].

Сухая сыворотка широко применяется в производстве хлеба, в кондитерской промышленности (используется вместо дрожжей); в производстве цельномолочной продукции для придания вязкости и текстуры продукта и повышения его питательной ценности; в мясной промышленности; в производстве косметических средств; в спортивном питании; в комбикормах для животных [1].

Концентрат сывороточных белков предназначен для использования в качестве белкового компонента-обогапителя при производстве мясных и молочных продуктов, а также является популярной спортивной добавкой [1].

Переработка и использование продуктов из молочной сыворотки обходится дешевле, чем производство эквивалентного количества молока в сельском хозяйстве. Кроме того, затраты на очистку сточных вод от попавших в них молочных отходов в ряде случаев сравнимы с расходами на организацию сбора и промышленной переработки молочной сыворотки и даже выше их [4].

В процессе производства некоторых видов сыров часть сыворотки (около 30 %) оказывается соленой, что отрицательно отражается на ее вкусовых качествах, а при выработке творога и казеина сыворотка имеет высокую кислотность. Поэтому такая сыворотка нуждается в предварительной обработке [4].

Для обеспечения высокого качества продукта, снижения его потерь, снижения энергоемкости производства, повышения его экологической безопасности наиболее оптимальным решением является использование таких мембранных технологий, как ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, электродиализ

и, в случае необходимости, микрофильтрация. Для переработки сыворотки часто применяют комбинацию этих методов.

Используя процесс нанофильтрации, можно сконцентрировать белковую и углеводную части сыворотки, получив в качестве фильтрата раствор солей, содержащихся в исходной сыворотке [3].

Применение электродиализа позволяет получать сыворотку и КСБ с уровнем деминерализации 50, 70 и 90 %. Побочным продуктом производства КСБ является пермеат – сыворотка с пониженным содержанием белка. Используя процесс обратного осмоса, пермеат можно концентрировать, а затем высушить, полученную при этом технологическую воду можно вернуть в технологический цикл [2].

Выпуск сухой сыворотки по традиционной технологии подразумевает использование высокоэнергоемких вакуум-выпарных и сушильных установок. Заменяв в данной линии вакуум-выпарные установки системой обратного осмоса, можно снизить энергозатраты на выпаривание воды на этой стадии в 4–6 раз [3].

Таким образом, применение мембранных технологий позволяет наиболее выгодно переработать молочную сыворотку для получения перспективных продуктов для пищевой и косметической промышленности и сельского хозяйства, с помощью снижения энергозатрат, а также затрат на утилизацию молочной сыворотки как отхода производства.