

*Е.В. Беспалова, к.т.н., О.Л. Сороко, к.т.н., доцент, Г.П. Пинчук,
Э.А. Бареко, Н.В. Галактионова, Л.Л. Богданова, к.т.н.
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ, ПОЛУЧЕННОЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СЫРОВ С КРАСИТЕЛЯМИ И ПИЩЕВКУСОВЫМИ ДОБАВКАМИ

*E. Bespalova, O. Soroko, G. Pinchuk, E. Vareko, N. Galaktionova, L. Bahdanava
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

STUDY OF METHODS OF PROCESSING OF WHEY OBTAINED IN THE MANUFACTURE OF CHEESES WITH NATURAL DYES AND FOOD FLAVORING ADDITIVES AND DIRECTIONS OF ITS USE

*e-mail: bespalova-kat@mail.ru, oleg soroko@tut.by, gripin_2503@mail.ru,
barekoelya@gmail.com, 8551234n@gmail.com, bogdanova_ll@tut.by*

Переработка молочной сыворотки, полученной при изготовлении сыров с натуральными красителями и пищевкусовыми добавками, представляет собой большой интерес не только технологический, но и экономический. В статье представлены результаты исследований химических и технологических воздействий на молочную сыворотку, полученную при производстве данных видов сыров.

The processing of whey obtained in the manufacture of cheeses with natural dyes and food additives is of great interest not only technologically, but also economically. The article presents the results of studies of chemical and technological effects on whey obtained in the production of these types of cheeses.

Ключевые слова: подсырная сыворотка; красители; пищевкусовые добавки; сыры.

Keywords: cheese whey; dyes; food additives; cheeses.

Введение. Сегодня в Республике Беларусь порядка 98% сыворотки (подсырной, творожной, казеиновой) перерабатывается. Однако согласно обращениям отечественных молокоперерабатывающих предприятий в настоящее время затруднена переработка сыворотки, полученной при изготовлении сыров с красителями и пищевкусовыми добавками. Такая сыворотка включает в себя яркоокрашенные и ароматические натуральные компоненты и красители, которые не позволяют получить из неё стандартных сывороточных продуктов по причине видоизменений органолептических показателей.

В этой связи актуальными являются исследования направлений и способов обработки молочной сыворотки, полученной при изготовлении сыров с красителями и пищевкусовыми добавками. Пути использования такой нестандартной сыворотки могут быть различными. Целесообразным является поиск комплекса технологических приемов, позволяющих максимально полно извлечь пищевкусовые добавки и обесцветить красящие компоненты, включить очищенную сыворотку в общий объем ее переработки. А при невозможности полной очистки перспективным является подбор способов переработки такого вида сыворотки на молочные продукты, в состав которых могут входить уже имеющиеся в ней компоненты: белковых, кисломолочных продуктов и других видов.

Цель работы – установление способов очистки и обработки сыворотки, полученной при производстве сыров с красителями и пищевкусовыми добавками.

Метод или методология проведения работы – определение характеристик объектов исследований осуществлялось в лаборатории оборудования и технологий молочноконсервного производства и аккредитованной производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности». При этом использовались стандартные и специальные методы анализа. Методики определения количества натуральных красителей в пищевых продуктах на данный момент отсутствуют, следовательно, установить содержание красителя в сыворотке не представляется возможным.

Объектами исследований являлись следующие виды сывороток:

- полученной в результате изготовления сыра «Pesto green» (далее - сыворотки «Pesto green»);
- полученной в результате изготовления сыра «Pesto red» (далее - сыворотки «Pesto red»);
- полученной в результате изготовления сыра «Blumarin» (далее - сыворотка «Blumarin»);
- полученной в результате изготовления сыра «Violet» (далее - сыворотка «Violet»);

В качестве контрольного образца выступала сыворотка подсырная, полученная при производстве традиционных сыров.

Результаты и их обсуждение. Анализ ассортимента ряда сыров, а также компонентного состава показал, что при производстве сыров с окрашенным в розовый, красный цвет сырным зерном применяется натуральный краситель кармин (E 120), который изготавливается из тел самок кошенильной тли, содержание карминовой кислоты в которой порядка 20%.

Для придания продукту синего цвета в производстве сыров «Blumarin» используется индигокармин (E132) в водорастворимой форме. Краситель производится путем сульфирования индиго. Индигокармин способен окрашивать продукты от синего до желтого в зависимости от уровня pH. Индигокармин в организме не усваивается, а транзитом проходит через кишечник, что не оказывает негативного воздействия на здоровье человека.

Смесь индигокармина и кармина позволяет обеспечить фиолетовый цвет при производстве сыра Violet.

При производстве сыров с окрашенным в зеленый цвет сырным зерном применяется экстракт хлорофилла (E 140) или его формы (E 141). Хлорофилл — натуральный краситель, который с легкостью растворяется в маслах и жирах, очень чувствителен к воздействию высоких температур и света. При их воздействии краситель распадается и теряет окраску. Хлорофилл имеет производную — хлорофиллина медный комплекс, который растворяется в воде и водно-спиртовых растворах, при этом устойчив к кислой среде и не теряет насыщенного изумрудного цвета при долгом хранении.

Красители, применяемые при производстве данных видов сыров, в установленных дозировках не наносят вреда здоровью, кроме аллергических проявлений при предрасположенности.

Используемые в производстве цветных сыров пищевкусовые компоненты несут в себе полезные нутриентные свойства. Так чесноку приписывают противогрибковые, антисклеротические, иммуностимулирующие свойства. Также как и чесноку, многим специям присущи свойства нормализации работы кровеносной системы, увеличения синтеза красных кровяных телец. Употребление специй, и в частности паприки, помогает избавиться от бродильных и гнилостных процессов в кишечнике.

Анализ технологии производства таких сыров показал, что отличительной операцией является процесс внесения компонентов в сыроизготовитель в нормализованную молочную смесь. Сухие пищевкусовые компоненты






предварительно перемалываются, запариваются в течение 10 минут, пастеризуются. а после охлаждения до температуры заквашивания вносятся в молочную нормализованную смесь.

Определены органолептические характеристики сыворотки, полученной при производстве сыров с использованием красителей и пищевкусовых добавок. Сыворотка, полученная при производстве сыров «Pesto green» и «Pesto red», имеет цвет, характерный применяемому красителю, зеленый и розовый соответственно. Сыворотка «Violet» - насыщенный сине-фиолетовый цвет, «Blumarin» – темно-голубой.

Сыворотка зеленого и темно-голубого цвета отличается от контрольного образца и имеет посторонний привкус, связанный с используемыми пищевкусовыми добавками. Это объясняется ароматическими свойствами базилика.

Таким образом, отделенная сыворотка, полученная в результате производства сыров с использованием красителей и пищевкусовых наполнителей, имеет характерный цвет, вкус и запах, вкрапления пищевкусовых добавок. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические характеристики сывороток

Наименование показателя	Сыворотки от производства сыров					ГОСТ 34352, ТР ТС 033/2013
	«Pesto green»	«Pesto red»	«Blumarin»	«Violet»	контроль	
Внешний вид и консистенция	Однородная непрозрачная жидкость с наличием белкового слоя					Однородная непрозрачная жидкость. Допускается наличие незначительного белого осадка
Цвет	Зеленый с оливковым оттенком	Розовый оттенок	Темно-голубой	Насыщенный сине-фиолетовый	Желтовато-зеленоватого	От светло-желтого до бледно-зеленого
Фото						
Вкус и запах	Сладковато-солончатый с посторонним привкусом	Характерный для молочной сыворотки, сладковато-солончатый, без посторонних привкусов и запахов		Сладковато-солончатый с посторонним привкусом	Характерный для молочной сыворотки, сладковато-солончатый, без посторонних привкусов и запахов	Характерный для молочной сыворотки, сладковатый или солончатый, без посторонних привкусов и запахов

Источник данных: собственная разработка.

Поскольку сыворотка подсырная, полученная при производстве сыров с натуральными красителями, на предприятиях не проходила предварительную очистку (фильтрование и сепарирование от казеиновой пыли и подсырных сливок), данные процессы осуществлены в экспериментальных условиях, по результатам которых можно определить наличие связей молекул красителя с казеином.

Сыворотки подвергались механическим воздействиям, а именно фильтрованию через бумажный и угольный фильтр и центрифугированию.

Установлено, что при фильтровании через бумажный фильтр изменение цвета образцов незначительно, что связано с плотностью казеиновых сгустков, которые под действием силы тяжести оседают на дно емкости и не участвуют в цветообразовании исходных образцов сыворотки.

Такой же результат установлен при центрифугировании. Это доказывает наличие химической связи красителя с казеином. О переходе красителя в общий объем безказеиновой сыворотки свидетельствует о сохранении цвета сыворотки после фильтрации и центрифугирования.

Фильтрование молочной сыворотки через угольный фильтр осуществлялось в несколько стадий: 1) через тонкоизмельченный активированный уголь; 2) через бумажный фильтр с целью удаления диффундированных частиц угля в образец сыворотки. По визуальному признаку наблюдалось осветление красящего пигмента сыворотки во всех образцах. Исследования содержания сухих веществ и белков показало снижение данных показателей на 0,1–0,5%. Это доказывает связь сывороточного белка с красителем. Такой способ очистки не целесообразно применять в промышленности в связи с потерей ценного компонента.

Анализ литературных данных о возможности красителей вступать в окислительно-восстановительные реакции (далее ОВР) создал предпосылки для проведения исследований в данном направлении. Молочная сыворотка была подвержена кратковременному ультрафиолетовому окислению. В процессе определялась способность изменения цвета через 4–5 часов после воздействия ультрафиолетового света и стабильность изменения через сутки после хранения при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$. Сыворотка «Violet» изменяет свой цвет от фиолетового до красного и далее зеленого в процессе протекания ОВР. Сыворотка «Blumarin» изменяет свой цвет до бледнорозового, как и сыворотка «Pesto red». В результате воздействия ультрафиолета на сыворотку «Pesto green» хлорофилл теряет свою активную окраску до желто-зеленого. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

Таким образом, данный способ обесцвечивания может быть использован в производстве с последующим вовлечением данной сыворотки в общий объем переработки.

Интенсивность окраски можно определить по изменению показателя оптической плотности. Однако на ее величину будут влиять и количественное содержание компонентных составляющих. На рисунке 2 показано изменение оптической плотности сывороток в процессе различных механических воздействий.

Установлено, что в процессе центрифугирования, при контроле оптической плотности в сыворотке «Blumarin» данный показатель уменьшается с большей интенсивностью, по сравнению с другими образцами. При фильтровании через бумажный и угольный фильтр отмечено, что оптическая плотность образцов сыворотки «Pesto green», «Pesto red», «Blumarin», «Violet», уменьшается по отношению к исходному показателю. Следовательно, краситель, используемый при производстве сыров с окрашенным сырным зерном, находится в связанном состоянии не только с казеином, но и переходит в безказеиновую сыворотку. Определено, что в процессе ультрафиолетового обесцвечивания максимальные изменения произошли в сыворотке «Pesto red», при незначительном изменении цвета.

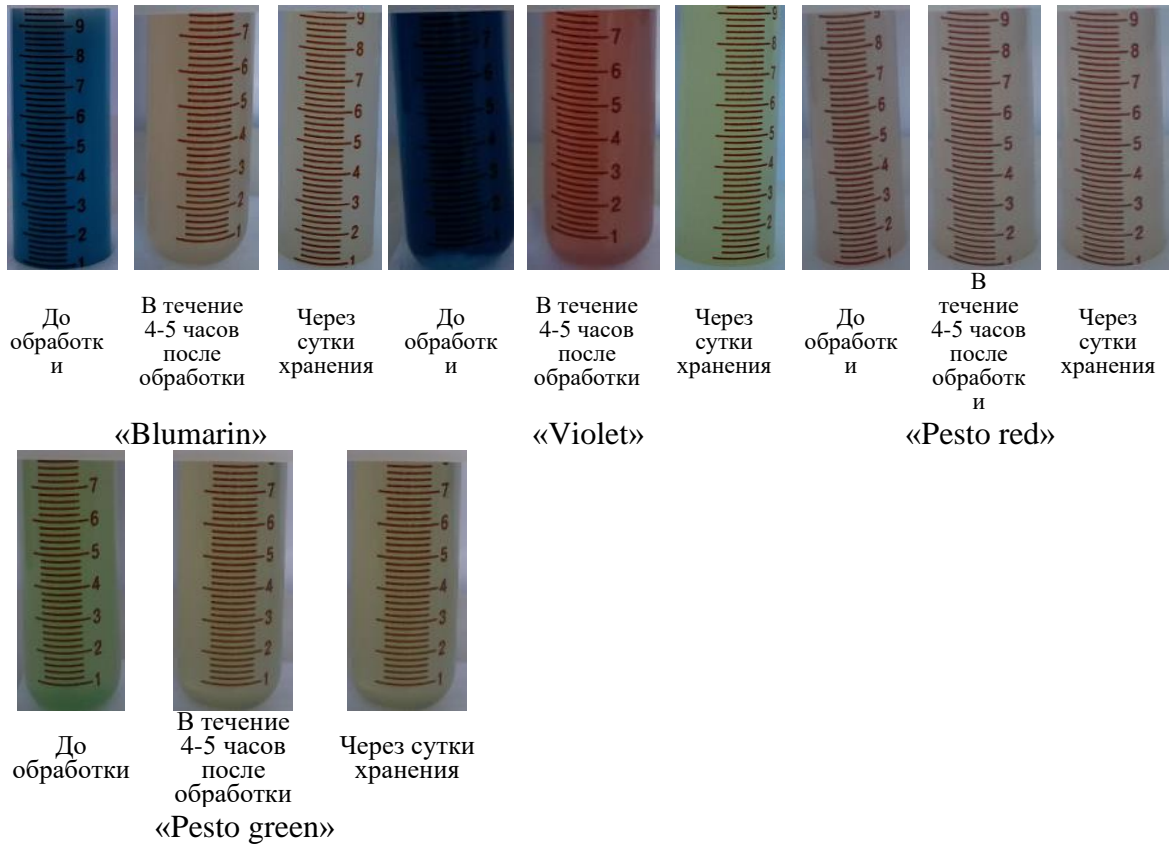


Рисунок 1 – Изменение цвета образцов сыворотки в результате воздействия ультрафиолетового света
 Источник данных: собственная разработка.

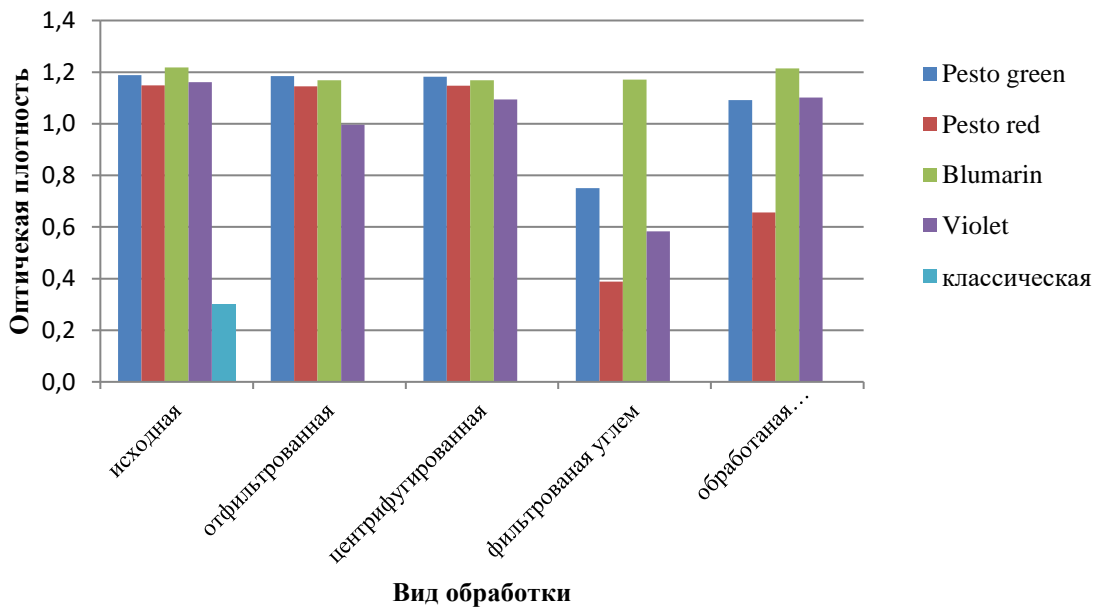


Рисунок 2 – Изменение оптической плотности образцов сыворотки в процессе механической обработки
 Источник данных: собственная разработка.

Так же были исследованы способы химического воздействия на компонентный состав сывороток, которые строятся в основном на способности красителей участвовать в ОВР.

Для установления химических связей сывороточного белка с красителем было осуществлено его осаждение 10%-ным раствором трихлоруксусной кислоты (ТХУ). Установлено, что молекулы красителя не только связываются с белками молока (казеином и сывороточными), но и переходят в сыворотку в свободной форме. Это связано с природой красителя, т.е. его водорастворимой формой.

В процессе анализа данных литературных источников было установлено, что перекись бензоила (Е 928) обладает осветляющими способностями и его применение разрешено требованиями безопасности, установленными в ТР ТС 029/2012. Допускается использование ее при производстве молочной сыворотки (сухой и жидкой) и продуктов из нее, кроме сывороточных сыров, в количестве 100 мг/кг (л). По результатам исследования определено, что перекись бензоила оказывает осветляющее воздействие на краситель индигокармин, применяемый при производстве сыров «Blumarin» и «Violet». Цвет сыворотки «Pesto red» и «Pesto green» изменился с минимальной интенсивностью, что позволяет сделать вывод об отсутствии окисляющего воздействия перекиси на кармин и хлорофилл. Наиболее интенсивно цвет изменился через сутки после внесения реагента в сыворотку. Результаты представлены на рисунке 3.

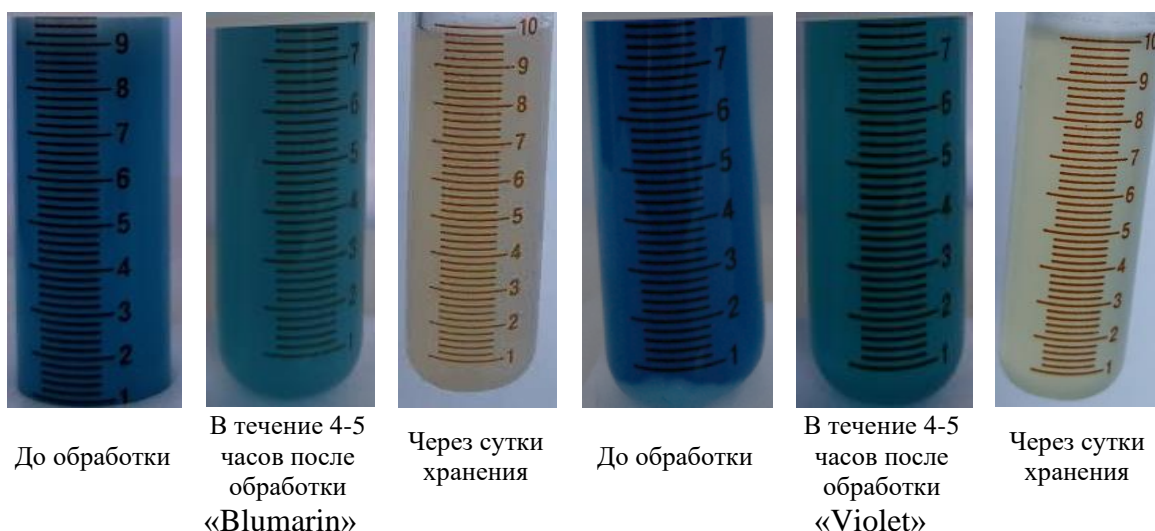


Рисунок 3 – Изменение цвета образцов сыворотки «Blumarin» и «Violet» в процессе окисления

Источник данных: собственная разработка.

Известно, что при отклонении активной кислотности сыворотки изменяется интенсивность цвета некоторых красителей. Индигокармин, хлорофилл и кармин чувствительны к щелочной среде. Индигокармин интенсивнее изменяет свою окраску при таких рН в присутствии редуцирующих сахаров. А в молочной промышленности окислительные гидроокиси используются с целью регулирования кислотности сливок. Проведено отклонение среды в щелочную сторону до уровня активной кислотности 7,0–7,2 ед рН. в присутствии 3%-ного раствора фруктозы. В результате наблюдается более интенсивное изменение цветности индигокармина до голубого, а далее желтого. Однако такое изменение не стабильно и нарушается при повторном отклонении кислотно-щелочной среды и воздействии воздуха. Следовательно, в процессе хранения обесцвеченной сыворотки возможно отклонение органолептических характеристик от стандартов. Кармин и хлорофилл незначительно меняют оттенок сыря.

На рисунке 4 показано изменение оптической плотности разных видов сывороток в процессе различных химических воздействий.

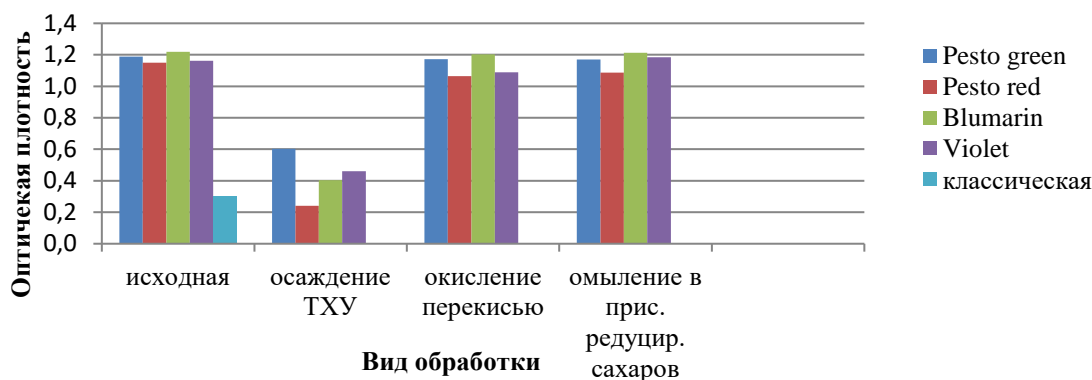


Рисунок 4 – Изменение оптической плотности образцов сыворотки в процессе химической обработки

Источник данных: собственная разработка.

Таким образом, оптические плотности сыворотки изменяются максимально интенсивно. В процессе осаждения окрашенных сывороточных белков образцы сывороток «Blumarin» и «Violet» имеют сравнительно близкие оптические плотности 0,403 и 0,461 после осаждения белков, что связано с применением одинакового красителя при производстве сыра. «Violet» имеет несколько выше значения, что обусловлено использованием при окрашивании дополнительно кармина. Кармин не обладает высокими светопоглощающими свойствами и равен 0,240 ед. для сыворотки «Pesto red». Сыворотка «Pesto green» имеет значения оптической плотности, равное 0,603 ед. Следовательно, данная безбелковая сыворотка имеет больше светопоглощающих веществ, чем иные экспериментальные образцы.

Установлено, что оптическая плотность всех образцов сыворотки в процессе изменения pH среды уменьшается с незначительным диапазоном от 0,062 до 0,07 ед., за исключением сыворотки «Pesto red», в котором происходит увеличение оптической плотности.

Одним из ключевых способов обработки сыворотки являются баро- и электромембранные способы обработки.

Установлено, что в процессе нанофильтрационного метода наблюдается концентрирование сухих веществ в 2,0–3,8 раза и белка в 2–3 раза. Отмечено, что переход красителя в пермеат и концентрирование его в ретентате наблюдается только в сыворотках с наличием красителя индигокармин (сыворотки «Blumarin», «Violet»). В образцах зеленого и красного цвета наблюдается скопление его в основной массе, а фильтрат не отличается от фильтрата контрольной сыворотки. Таким образом определено, что индигокармин в ионной форме имеет молекулярную массу меньше селективной проницаемости нанофильтрационных мембран.

В результате исследований установлено, что характер течения процесса ультрафильтрации сыворотки, полученный от производства сыров с красителями, не отличается от классического процесса, а увеличение массовой доли сухих веществ составляет в 1,1–1,6 раза, белка в 1,8–4,3 раза. В результате ультрафильтрации подтверждается вывод, полученный в результате исследований процесса нанофильтрации.

В процессе электродиализа сыворотки подвергнуты обессоливанию на 84,5–88,7%. Установлен незначительный переход красителя индигокармин в концентрат солей. Кармин и хлорофилл не переходят в концентрат солей.

Заключение. Установлено, что в результате воздействия ультрафиолетового света и бензоила на сыворотки с натуральными красителями, можно изменить цвет до близкого к классической сыворотке. Однако потребуются нормативные документы для данного вида сыворотки, поскольку она по цвету не будет соответствовать ГОСТ 34352-2017 «Сыворотка молочная - сырье», либо направлять ее на пищевые продукты.

Список использованных источников

1. Шергина, И. А. Сыры с окрашенным сырным тестом / И. А. Шергина // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – № 4. – С. 16.
2. Шингарева, Т. И. Производство сыра / Т. И. Шингарева, Р. И. Раманаускас. – Минск: «ИВЦ Минфина». – 208. – 377 с.
3. Гаврилов, К. С. Использование красителей в молочных продуктах / К. С. Гаврилов, А. Д. Кузнецова, Г. К. Альхамова // Молодежь и наука. – 2019. –1. Шергина, И. А. Сыры с окрашенным сырным тестом / И. А. Шергина // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – № 4. – С. 16. № 3. – С. 57-60.
4. E 140 – Хлорофилл [Электронный ресурс] . - Режим доступа: <https://dobavkam.net/additives/e140>. – Дата доступа: 03.06.2021.
5. Красители, отбеливатели и стабилизаторы окраски [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://produkt.by/story/krasiteli> .– Дата доступа : 18.08.2021.
6. Вещества, облегчающие фильтрацию. Осветлители. Экстракты [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://produkt.by/story/veshchestva-oblegchayushchie-filtrovanie-osvetliteli-ekstraktekty> .– Дата доступа : 15.08.2021.
7. Евстафьева, Е.Н. Использование кармина в производстве пищевых продуктов / Е.Н. Евстафьева // Наука в исследованиях молодежи – 2017, Лесниково, 26 апреля 2017 года. – 2017. – С. 38-40.
8. Опыт научно-технологического сопровождения переработки молока и сыворотки в Республике Беларусь / О. В. Дымар, И. В. Миклух, Л.Н. Соколовская, Е. В. Ефимова, Е. В. Беспалова ; под общ. ред. О. В. Дымара. – Минск : Колорград, 2021. – 352 с.
1. Shergina, I. A. Syry s okrashennym syrnyim testom / I. A. Shergina // Syrodellie i maslodellie. – 2008. - № 4. – S. 16.
2. Shingareva, T. I. Proizvodstvo syra / T. I. Shingareva, R. I. Ramanauskas. – Minsk: «IVC Minfina». – 208. – 377 s.
3. Gavrilov, K. S. Ispol'zovanie krasitelej v molochnyh produktah / K. S. Gavrilov, A. D. Kuznecova, G. K. Al'hamova // Molodezh' i nauka. – 2019. - № 3. – S. 57-60.
4. E 140 – Hlorofill [Jelektronnyj resurs] . - Rezhim dostupa: <https://dobavkam.net/additives/e140>. – Data dostupa: 03.06.2021.
5. Krasiteli, otbelivateli i stabilizatory okraski [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://produkt.by/story/krasiteli> .– Data dostupa : 18.08.2021.
6. Veshhestva, oblegchajushhie fil'trovanie. Osvetliteli. Jekstraktekty [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa : <https://produkt.by/story/veshchestva-oblegchayushchie-filtrovanie-osvetliteli-ekstraktekty> .– Data dostupa : 15.08.2021.
7. Evstaf'eva, E.N. Ispol'zovanie karmina v proizvodstve pishhevyh produktov / E.N. Evstaf'eva // Nauka v issledovaniyah molodezhi – 2017, Lesnikovo, 26 aprelja 2017 goda. – 2017. – S. 38-40.
8. Opyt nauchno-tehnologicheskogo soprovozhdenija pererabotki moloka i syvorotki v Respublike Belarus' / O. V. Dymar, I. V. Mikluh, L.N. Sokolovskaja, E. V. Efimova, E. V. Bespalova ; pod obshh. red. O. V. Dymara. – Minsk : Kolorgrad, 2021. – 352 s.