

*Е.В. Ефимова, к.т.н., Е.В. Беспалова, к.т.н.,
Е.М. Дмитрук, С.И. Вырина, М.А. Ерошевич
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СОСТАВА СЫВОРОТОК, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ КОЗЬЕГО И ОВЕЧЬЕГО МОЛОКА

*E.Efimova, E.Bespalova, E. Dmitruk, S. Virina, M. Eroshevich
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

STUDY OF THE FEATURES OF THE COMPOSITION OF WHEY OBTAINED IN THE PRODUCTION OF PROTEIN PRODUCTS FROM GOAT AND SHEEP MILK

*e-mail: overie@mail.ru, bespalova-kat@mail.ru, elenadm210187@gmail.com,
svetalantana@mail.ru, erosh.masha.20000@gmail.com*

В статье представлены результаты исследований особенностей состава сыворонок, полученных при изготовлении белковых продуктов из козьего и овечьего молока. Установлено наибольшее содержание жира, белка, сухих веществ и лактозы в сыворотке, полученной при производстве белковых продуктов из овечьего молока.

The article presents the results of studies of the composition of whey obtained in the manufacture of protein products from goat and sheep milk. The highest content of fat, protein, solids and lactose in whey obtained in the production of protein products from sheep's milk has been established.

Ключевые слова: сыворотка козья; сыворотка овечья; белковые продукты; минеральный состав; физико-химические показатели; особенности состава.

Keywords: goat whey; sheep whey; protein products; mineral composition; physicochemical parameters; compositional features.

Введение. Несмотря на то, что коровье молоко занимает лидирующие позиции в мировом производстве молока, в последнее время также увеличилось производство овечьего и козьего молока используемого в основном для производства сыров, которые популярны среди потребителей благодаря своему особому вкусу и текстуре. Следовательно, количество сыворонок из овечьего и козьего молока, производимой во всем мире, также увеличилось. Поскольку при производстве сыров и творога в молочную сыворотку переходит около половины сухих веществ цельного молока, то ее переработка является достаточно актуальной [1, 2].

Использованию сыворонок, полученной при изготовлении белковых продуктов из козьего и овечьего молока, в последнее время начали уделять значительное внимание. Крупные агропромышленные организации (Тунисский технический центр агропродовольствия (СТАА), Центр технологий пищевой промышленности и агробизнеса (ФАТС, Египет), Alimenta SRL (Италия), Ekonek (Испания), SPES (Италия), Panagro (Турция), Университет EGE (Турция), ArxAgri (Франция) и Uniproca (Испания)) сформировали проект PRIMA DAINME-SME под руководством IRTA для организации переработки овечьей и козьей сыворонок на новые высококачественные продукты [3].

Перспективным направлением переработки козьей сыворонок является выделение отдельных фракций белков или их гидролиз, поскольку это эффективный процесс для получения биоактивных молекул, которые благодаря своей функциональности имеют большой потенциал для микроинкапсулирования [4].

Сыворотка овечьего молока может использоваться для улучшения функциональности и пищевой ценности пищевых продуктов (da Silva, Ahrné, Larsen, Hougaard, & Ipsen, 2018; Kilara & Vaghela, 2018; Wherry, Barbano, & Drake, 2019) [5].

Отличие составов и свойств молока различных сельскохозяйственных животных между собой предопределяет состав сыворотки, получаемой при их переработке на белковые продукты. Следовательно, технологические приемы обработки и их параметры будут отличаться от таковых для сыворотки, получаемой при изготовлении аналогичных продуктов из коровьего молока.

Исходя из вышесказанного, исследования особенностей состава сывороток, полученных при изготовлении различных белковых продуктов из козьего и овечьего молока являются актуальными и необходимыми для дальнейшей переработки и фракционирования данных видов сырья.

Целью данной работы являлось изучение особенностей состава сывороток, полученных при изготовлении белковых продуктов из козьего и овечьего молока.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в производственно-испытательной лаборатории РУП «Институт мясо-молочной промышленности» и лаборатории технологий цельномолочных продуктов и концентратов отраслевой лаборатории биохимии, микробиологии и технологических процессов переработки молока с использованием стандартных методов исследования.

Результаты и их обсуждение. Для исследований использовалась сыворотка, полученная при изготовлении белковых продуктов из козьего молока (КФХ «ДАК», РУП «Институт мясо-молочной промышленности») и сыворотка, полученная при изготовлении белковых продуктов из овечьего молока (ОАО «Лошницкий комбикормовый завод», ООО «ГрандМилк», РУП «Институт мясо-молочной промышленности»). Исследовалась сыворотка, полученная при изготовлении творога, полутвердого сыра и мягкого термокислотного сыра.

Результаты исследований физико-химических показателей сывороток, полученных при производстве белковых продуктов из козьего, овечьего и коровьего молока, представлены в таблице 1 и на рисунках 1-3. Для сыворотки, полученной при изготовлении белковых продуктов из коровьего молока, представлены литературные данные.

Согласно представленным результатам исследований (таблица 1), сыворотка, полученная при изготовлении творога из козьего молока, характеризуется наиболее высоким значением титруемой кислотности (среднее значение 100°T) по сравнению с сывороткой, полученной при изготовлении полутвердого сыра (среднее значение 18°T), сывороткой, полученной при изготовлении термокислотного сыра (среднее значение 20°T). Термокислотная сыворотка имеет более низкое значение титруемой кислотности, по сравнению с творожной, так как это обусловлено отсутствием при производстве термокислотного сыра развития молочнокислых микроорганизмов, которые в процессе своей жизнедеятельности синтезируют молочную кислоту.

Сыворотка, полученная при изготовлении творога из козьего молока, по содержанию сухих веществ характеризуется наибольшим значением – 7,07%, по сравнению с термокислотной сывороткой (м.д. сухих веществ – 6,30%) и сывороткой, полученной при изготовлении полутвердого сыра из козьего молока (м.д. сухих веществ – 6,36%).

При сравнении сывороток, полученных при изготовлении белковых продуктов из козьего молока, определено, что термокислотная сыворотка характеризуется наибольшим содержанием лактозы – 5,48%.

Таблица 1 – Физико-химические показатели сывороток, полученных при изготовлении различных белковых продуктов из овечьего и козьего молока (средние значения)

Вид сыворотки	Титруемая кислотность, °Т	Активная кислотность, ед. рН	Массовая доля хлористого натрия, %
Сыворотка, полученная при изготовлении полутвердого сыра из козьего молока	18	4,73	0,55
Сыворотка, полученная при изготовлении термокислотного сыра из козьего молока	20	4,97	—*
Сыворотка, полученная при изготовлении творога из козьего молока	100	3,82	—*
Сыворотка, полученная при изготовлении полутвердого сыра из овечьего молока	36	4,63	0,43
Сыворотка, полученная при изготовлении термокислотного сыра из овечьего молока	27	5,03	—*
Сыворотка, полученная при изготовлении творога из овечьего молока	83	4,31	—*
Сыворотка, полученная при изготовлении полутвердого сыра из коровьего молока **	15	5,95	—*
Сыворотка, полученная при изготовлении термокислотного сыра из коровьего молока **	20	6,15	—*
Сыворотка, полученная при изготовлении творога из коровьего молока **	60	4,75	—*

Примечание: «-*» – исследования не проводились; «-**» – Литературные данные [6]

Источник данных: собственная разработка, [6].

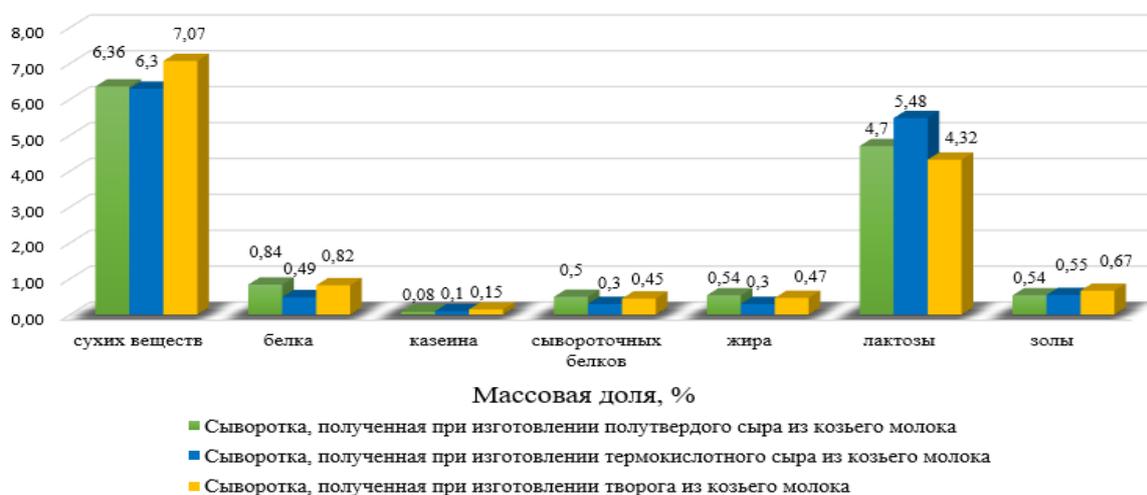


Рисунок 1 – Физико-химические показатели сывороток, полученных при изготовлении различных белковых продуктов из козьего молока

Источник: собственная разработка.

Сыворотка, полученная при изготовлении творога из овечьего молока, характеризуется наибольшим содержанием сухих веществ (среднее значение 10,65%), по сравнению с сывороткой, полученной при изготовлении полутвердого сыра (м.д. сухих веществ – 8,17%), и сывороткой, полученной при изготовлении термокислотного сыра (м.д. сухих веществ – 7,43%).

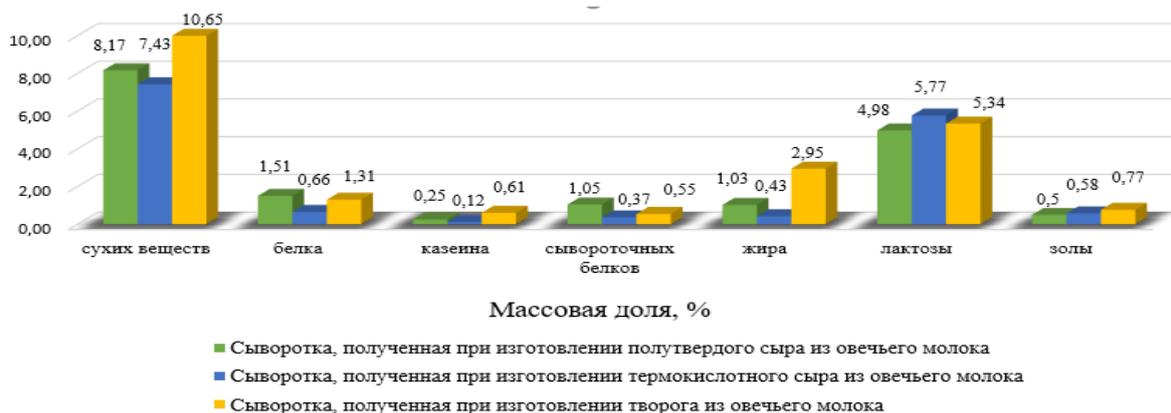


Рисунок 2 – Физико-химические показатели сывороток, полученных при изготовлении различных белковых продуктов из овечьего молока
Источник данных: собственная разработка.

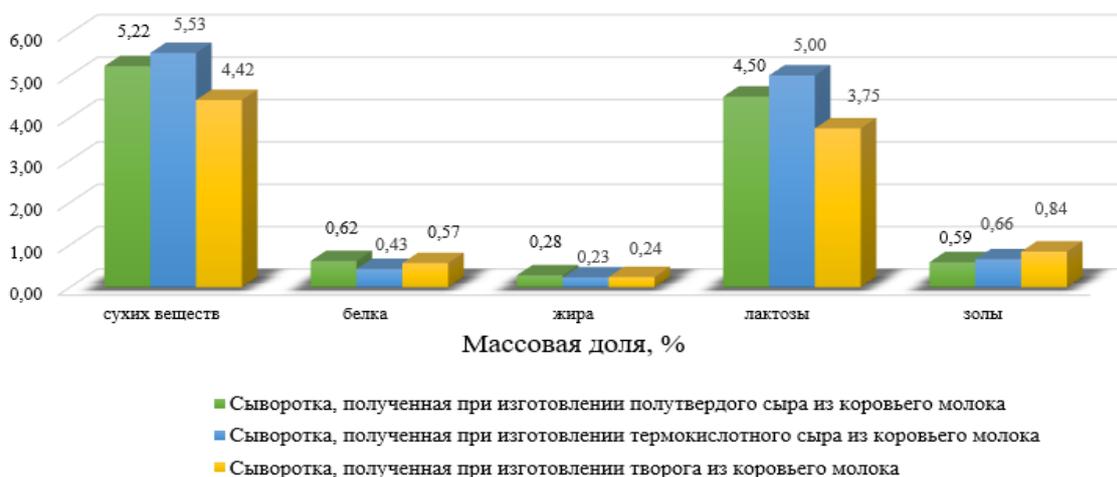


Рисунок 3 – Физико-химические показатели сывороток, полученных при изготовлении различных белковых продуктов из коровьего молока
Источник данных: [6]

В ходе сравнительного анализа сывороток, полученных при изготовлении различных белковых продуктов из овечьего и козьего молока с сывороткой, полученной при изготовлении белковых продуктов из коровьего молока установлено, что:

- сыворотка, полученная при изготовлении полутвердого сыра из овечьего молока характеризуется более высоким содержанием сухих веществ (в 1,6 раза), белка (в 2,4 раз), жира (в 3,7 раза), лактозы (в 1,1 раза) по сравнению с аналогичной сывороткой из коровьего молока;

- сыворотка, полученная при изготовлении термокислотного сыра из овечьего молока, характеризуется более высоким содержанием сухих веществ (в 1,3 раза), белка (в 1,5 раз), жира (в 1,9 раза), лактозы (в 1,2 раза) по сравнению с сывороткой, полученной при изготовлении термокислотного сыра из коровьего молока;

- сыворотка, полученная при изготовлении творога из овечьего молока, характеризуется более высоким содержанием сухих веществ (в 2,4 раза), белка

(в 2,3 раза), жира (в 12,3 раза), лактозы (в 1,4 раза) по сравнению с аналогичной сывороткой, полученной при производстве творога из коровьего молока;

– сыворотка, полученная при производстве полутвердого сыра из козьего молока, содержит большее количество сухих веществ (в 1,2 раза), белка (в 1,4 раза), жира (в 1,9 раза), лактозы (в 1,04%) по сравнению с сывороткой, полученной при изготовлении полутвердого сыра из коровьего молока;

– сыворотка, полученная при изготовлении термокислотного сыра из козьего молока, по сравнению с сывороткой, полученной при производстве термокислотного сыра из коровьего молока, содержит большее количество сухих веществ (в 1,1 раза), белка (в 1,1 раза), жира (в 1,3 раза), лактозы (в 1,1 раза);

– сыворотка, полученная при изготовлении творога из козьего молока, содержит большее количество сухих веществ (в 1,6 раза), белка (в 1,4 раза), лактозы (в 1,2 раза), жира (в 1,9 раза) по сравнению с сывороткой, полученной при изготовлении творога из коровьего молока.

Также установлено, что титруемая кислотность сывороток, полученных при изготовлении белковых продуктов из козьего и овечьего молока выше, чем титруемая кислотность сывороток, полученных при изготовлении аналогичных продуктов из коровьего молока.

Таким образом, наибольшими значениями жира, белка и сухих веществ характеризуются сыворотки, полученные при изготовлении белковых продуктов из овечьего молока: в сыворотке, полученной при изготовлении полутвердого сыра, среднее содержание сухих веществ составляет 8,17%, белка – 1,51%, жира – 1,03%, лактозы – 4,98%; в сыворотке, полученной при изготовлении термокислотного сыра среднее содержание сухих веществ – 7,43%, белка – 0,66%, жира – 0,43%, лактозы – 5,77%; в сыворотке, полученной при изготовлении творога из молока овечьего среднее содержание сухих веществ – 10,65%, белка – 1,31%, жира – 2,95%, лактозы – 5,34%. Данные показатели превышают аналогичные показатели сывороток, полученных при изготовлении белковых продуктов из коровьего молока по сухим веществам в 1,3–2,4 раза, белку – в 1,5–2,4 раз, жиру в 1,9–3,7 раза, лактозы в 1,1–1,4 раза. Сыворотка, полученная при производстве белковых продуктов из козьего молока, содержит большее количество сухих веществ (в 1,1–1,6 раза), белка (в 1,1–1,4 раза), жира (в 1,3–1,9 раза), лактозы (в 1,04–1,2 раза) по сравнению с сывороткой из коровьего молока.

Определено, что содержание лактозы в сыворотке, полученной при изготовлении термокислотного сыра из козьего и овечьего молока, выше по сравнению с сыворотками, полученными при производстве полутвердого сыра и творога из аналогичного сырья, что объясняется различными способами коагуляции белков. Так, при термокислотной коагуляции молочных белков лактоза практически не подвергается гликолизу и в основном переходит в сыворотку, в то время как при производстве творога и полутвердого сыра под действием микроорганизмов закваски и ферментов происходит более глубокое ее расщепление.

Результаты исследований содержания минеральных элементов в различных видах сыворотки, полученной при изготовлении белковых продуктов из козьего и овечьего молока, представлены на рисунках 4, 5.

Результаты исследований минерального состава сывороток, полученных при производстве белковых продуктов из овечьего и козьего молока показали, что:

– сыворотка, полученная при производстве творога из козьего молока, характеризуется наибольшим содержанием кальция (353,10 мг/кг), магния (130,31 мг/кг) по сравнению с сыворотками, полученными при производстве термокислотного и полутвердого сыров из данного сырья;

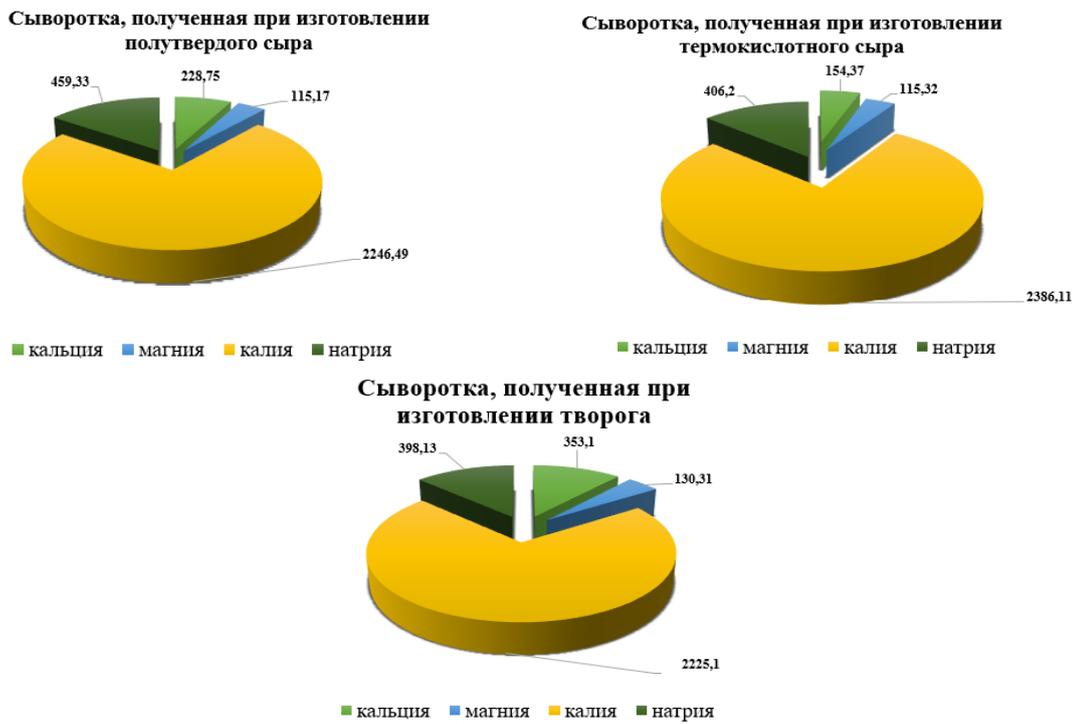


Рисунок 4 – Минеральный состав сывороток, полученных при изготовлении различных белковых продуктов из козьего молока, мг/кг
Источник данных: собственная разработка.

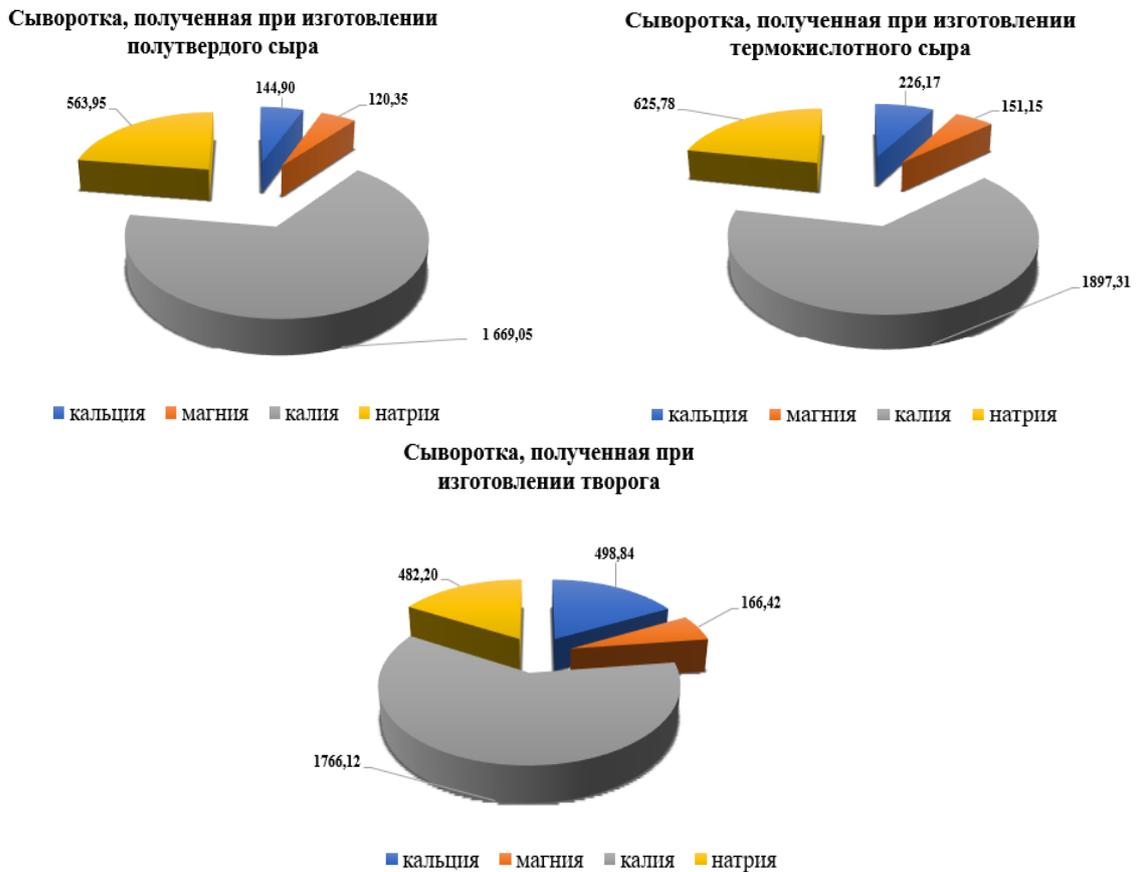


Рисунок 5 – Минеральный состав сывороток, полученных при изготовлении различных белковых продуктов из овечьего молока, мг/кг
Источник данных: собственная разработка.

– сыворотка, полученная при производстве творога из овечьего молока, характеризуется высоким содержанием кальция (498,84 мг/кг), магния (166,42 мг/кг), по сравнению с сыворотками, полученными при производстве термокислотного и полутвердого сыров из овечьего молока.

Также следует отметить, что все исследованные образцы сывороток, полученных при изготовлении белковых продуктов из козьего и овечьего молока, характеризуются высоким содержанием калия.

Минеральный состав различных видов сыворотки, полученной при изготовлении белковых продуктов из коровьего молока, в частности, содержание кальция, натрия и калия представлен на рисунке 6 [6].

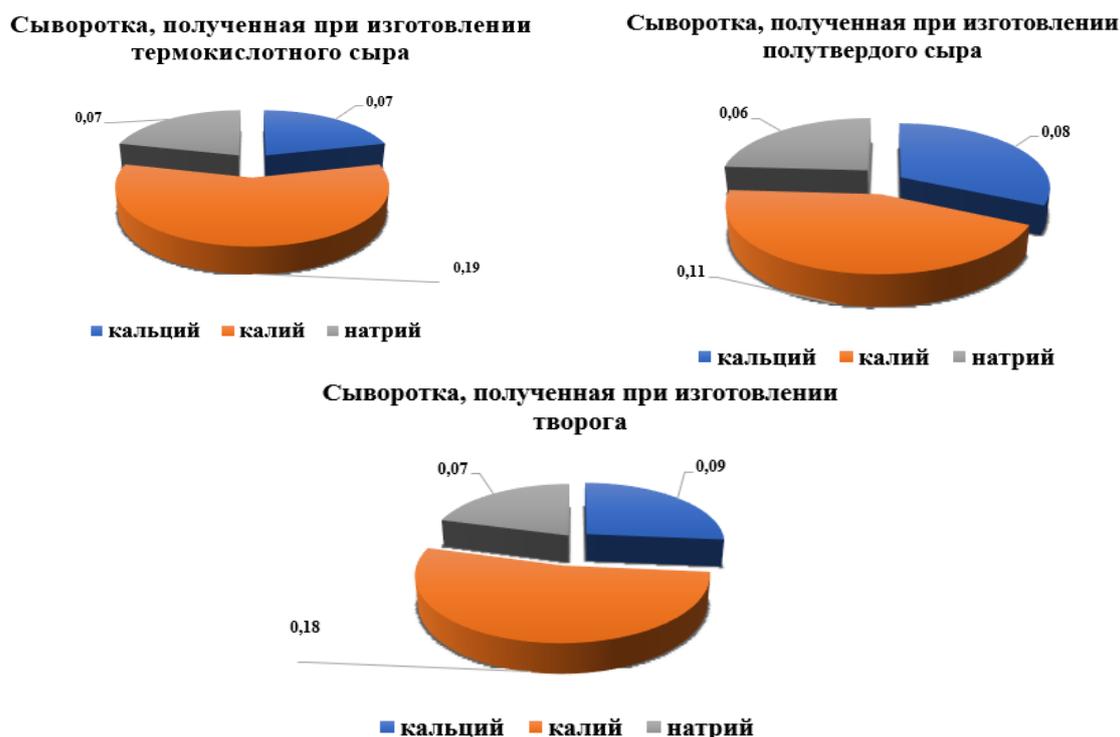


Рисунок 6 – Минеральный состав сывороток, полученных при изготовлении белковых продуктов из коровьего молока, %
 Источник данных: собственная разработка[6].

Исследования минерального состава сывороток, полученных при изготовлении белковых продуктов из коровьего молока, показали незначительные отличия в составе: наибольшее значение калия отмечается в сыворотке, полученной при изготовлении термокислотного сыра, и составляет 0,19%, минимальное содержание калия отмечается в сыворотке, полученной при изготовлении полутвердого сыра, и составляет 0,11%.

Таким образом, результаты исследований минерального состава сывороток, полученных при производстве белковых продуктов из овечьего и козьего молока, показали, что все исследованные образцы сывороток, содержат значительное количество калия. Кроме того, сыворотка, полученная при производстве творога из козьего и овечьего молока, характеризуется наибольшим содержанием кальция (353,10 мг/кг и 498,84 мг/кг соответственно), магния (130,31 мг/кг и 166,42 мг/кг соответственно) по сравнению с сыворотками, полученными при производстве термокислотных и полутвердых сыров из данных видов сырья.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что наибольшими значениями жира, белка, сухих веществ и лактозы характеризуются сыворотки, полученные при производстве белковых продуктов из овечьего молока. Данные показатели превышают аналогичные показатели сывороток, полученных при изготовлении белковых продуктов из коровьего молока по сухим веществам в 1,3–2,4 раза, белку в 1,5–2,4 раза, жиру – в 1,9–3,7 раза, лактозы – в 1,1–1,4 раза.

Определено, что все исследованные образцы сывороток, полученных при изготовлении белковых продуктов из козьего и овечьего молока, содержат значительное количество калия. Кроме того, сыворотки, полученные при производстве творога из козьего и овечьего молока, характеризуются наибольшим содержанием кальция (353,10 мг/кг и 498,84 мг/кг соответственно), магния (130,31 мг/кг и 166,42 мг/кг соответственно) по сравнению с сыворотками, полученными при производстве термокислотных и полутвердых сыров из данных видов сырья.

Данные результаты исследований позволят рационально выбрать технологические операции, их параметры и направления переработки указанных видов сыворотки на продукты функционального назначения для целевых групп населения.

Список использованных источников

1. Дмитрук, Е. М. Влияние компонентного состава комбинированных молочных смесей на качественные показатели белковых продуктов / Е. М. Дмитрук, Е. В. Ефимова, С. И. Вырина // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья: сб. науч. тр. / РУП «Институт мясо-молочной промышленности»; редкол.: А. В. Мелешеня (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2020. – Вып. 14. – 86-92.
1. Dmitruk, E. M. Vliyanie komponentnogo sostava kombinirovannyh molochnyh smesey na kachestvennye pokazateli belkovykh produktov [The influence of the component composition of combined milk mixtures on the quality indicators of protein products] / E. M. Dmitruk, E. V. Efimova, S. I. Vyrina // Aktual'nye voprosy pererabotki myasnogo i molochnogo syr'ya: sb. nauch. tr. / RUP «Institut myaso-molochnoj promyshlennosti»; redkol.: A. V. Meleshchenya (gl. red.) [i dr.]. – Minsk, 2020. – Vyp. 14. – 86-92.
2. Майоров, А. А. Изучение физико-химических и технологических свойств козьего молока при производстве мягких сыров / А. А. Майоров // Вестник СКГУ имени М. Козыбаева. – № 3 (40). – 2018. – С. 38-44.
2. Majorov, A. A. Izuchenie fiziko-himicheskikh i tekhnologicheskikh svoystv koz'ego moloka pri proizvodstve myagkih syrov [Study of physical, chemical and technological properties of goat milk in the production of soft cheeses] A. A. Majorov // Vestnik SKGU imeni M. Kozybaeva. – № 3 (40). – 2018. – S. 38-44.
3. IRTA. Новые технологии для использования сыворотки из козьего, овечьего и коровьего молока в Средиземноморском бассейне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.irta.cat/en/new-technologies-to-take-advantage-of-whey-from-goat-sheep-and-cows-milk-in-the-mediterranean-basin/> – Дата доступа: 01.06.2023 г.
3. IRTA. Novye tekhnologii dlya ispol'zovaniya syvorotki iz koz'ego, ovech'ego i korov'ego moloka v Sredizemnomorskom bassejne [New technologies for the use of whey from goat, sheep and cow milk in the Mediterranean basin] [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.irta.cat/en/new-technologies-to-take-advantage-of-whey-from-goat-sheep-and-cows-milk-in-the-mediterranean-basin/> – Data dostupa: 01.06.2023 g.
4. Aline B. Argenta Evaluation of concentration process of bovine, goat and buffalo whey proteins by ultrafiltration Journal of Food Science and Technology volume 58, 06 August 2020, pages 1663–1672 (2021) // [Electronic resource]. – Access mode: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-020-04675-0> – Date of access: 02.06.2023 г.

5. Alline Artigiani Lima Tribst Manufacture of a fermented dairy product using whey from sheep's milk cheese: An alternative to using the main by-product of sheep's milk cheese production in small farms / Alline Artigiani Lima Tribst and others // International Dairy Journal, Volume 111, December 2020, 104833 – [Electronic resource]. – Access mode: // <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104833> – Date of access: 02.06.2023 г.

6. Купцова, О. И. Научно-практические основы ферментации молочной сыворотки и ее применение при производстве сыра с термокислотной коагуляцией белков молока: дис. канд. техн. наук: 05.18.04 / О. И. Купцова. – Могилев, 2008. – 195 с.

6. Kupcova, O. I. Nauchno-prakticheskie osnovy fermentacii molochnoj syvorotki i ee primeneniye pri proizvodstve syra s termokislотноj koagulyaciej belkov moloka: [Scientific and practical principles of fermentation of milk whey and its application in the production of cheese with thermal-acid coagulation of milk proteins:] dis. kand. tekhn. nauk: 05.18.04 / O. I. Kupcova. – Mogilev, 2008. – 195 s.