

Научная статья

УДК 637.1

doi: 10.48612/vch/f87n-ztax-97ke

**ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОЙ КИСЛОТНОСТИ СЫРНОЙ МАССЫ
С ЧЕДДЕРИЗАЦИЕЙ****Геннадий Анатольевич Ларионов, Елена Сергеевна Ятрушева, Надежда Варсонофьевна Щипцова***Чувашский государственный аграрный университет
428003, г. Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация: Исследование процесса производства сыров представляет собой значимое научное изыскание. В ходе текущего исследования была поставлена задача определить оптимальные показатели активной кислотности и временные рамки для формирования сырной массы, предназначенной для производства сыров с чеддеризацией. Эти параметры играют ключевую роль в обеспечении высокого качества конечного продукта и его вкусовых характеристик. Технология производства сыров с чеддеризацией состоит из следующих последовательных операций: приемка и подготовка молока к выработке сыра, пастеризация, охлаждение, заквашивание и сквашивание, свертывание смеси, обработка сгустка, формирование сырного пласта, чеддеризация, плавление сырной массы, формирование сыра, соление, хранение. В результате исследования были определены уровень кислотности (рН), время достижения заданного уровня кислотности, плавимость и растяжимость сырной массы. Установлено, что значения рН сырной массы после чеддеризации варьировались от 4,98 до 5,21. Минимальное время достижения рН 5,0-5,2 составляло 166 минут, максимальное – 256 минут. Сырные массы из 6 партий показали удовлетворительные результаты по плавимости и растяжимости. Сырная масса 4 партий показала хорошие результаты по этим параметрам. Сырная масса еще 4 партий показала лучшие результаты, что подтверждается их оптимальными значениями рН (в диапазоне 5,02-5,06), временем достижения заданного уровня кислотности (168-193 минуты), плавимости и растяжимости. Особенностью технологии производства сыров с чеддеризацией является чеддеризация продолжительностью 168-193 минуты, при завершении которой оптимальная активная кислотность сырной массы составляет 5,1-5,0 единиц, температура плавления сырной массы 85-90 °С.

Ключевые слова: сыр, выработка, технология, сырная масса, чеддеризация, активная кислотность, плавимость, растяжимость.

Для цитирования: Ларионов Г. А., Ятрушева Е. С., Щипцова Н. В. Изменение активной кислотности сырной массы с чеддеризацией // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2025. №2(33). С. 113-118.

doi:

Original article

CHANGING THE ACTIVE ACIDITY OF CHEESE MASS WITH CHEDDARIZATION**Gennadiy A. Larionov, Elena S. Yatrusheva, Nadezhda V. Shchiptsova***Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation*

Abstract. The study of the cheese production process is a significant scientific research. The current study aimed to determine the optimal active acidity values and the time frame for the formation of cheese mass intended for the production of cheddar cheeses. These parameters play a key role in ensuring the high quality of the final product and its taste characteristics. The technology of cheddar cheese production consists of the following successive operations: receiving and preparing milk for cheese production, pasteurization, cooling, fermentation and souring, curdling the mixture, processing the curd, forming a cheese layer, cheddarization, melting the cheese mass, forming cheese, salting, and storage. As a result of the study, the acidity level (pH), the time to achieve a given acidity level, meltability and extensibility of the cheese mass were determined. It was found that the pH values of the cheese mass after cheddarization varied from 4.98 to 5.21. The minimum time to reach pH 5.0-5.2 was 166 minutes, the maximum was 256 minutes. Cheese masses from 6 batches showed satisfactory results in terms of meltability and extensibility. Cheese mass from 4 batches showed good results in terms of these parameters. Cheese mass from another 4 batches showed better results, which is confirmed by their optimal pH values (in the range of 5.02-5.06), time to reach the specified acidity level (168-193 minutes), meltability and extensibility. A special feature of the technology for producing cheeses with cheddarization is cheddarization lasting 168-193 minutes, upon completion of which the optimal active acidity of the cheese mass is 5.1-5.0 units, the melting temperature of the cheese mass is 85-90 °C.

Keywords: cheese, production, technology, cheese mass, cheddarization, active acidity, meltability, extensibility.

For citation: Larionov G. A., Yatrusheva E. S., Shchiptsova N. V. Changing the active acidity of cheese mass with cheddarization // Vestnik Chuvash State Agrarian University. 2025. No. 2(33). Pp. 113-118.

doi:

Введение.

Сыры с чеддеризацией и термомеханической обработкой представляют собой перспективное направление в сыроделии, сочетающее высокую экономическую эффективность с высоким качеством продукции и возможностью быстрой адаптации к изменениям на рынке [5].

Сыры, которые подвергаются процессу чеддеризации и последующей термомеханической обработке, находят широкое применение при приготовлении пиццы благодаря их уникальным пластичным свойствам и способности образовывать нити при нагревании свыше 60 °С [1].

З. Н. Хатко, М. А. Гашева, С. К. Кудайнетова (2021) в результате микроскопического исследования образца сыра «Моцарелла», изготовленного с использованием закваски «АВТ-5», установили, что бифидобактерии сохраняют жизнеспособность после термической обработки при повышенных температурах [6].

Г. М. Свириденко, А. Н. Шишкина, В. В. Калабушкин (2022, 2023) провели исследования и статистически подтвердили корреляцию между содержанием жира, массовой долей белка и активной кислотностью сыров, а также их функциональными свойствами, включая плавимость, выделение свободного жира, растяжимость и натираемость [3, 4].

О. Н. Мусина, Д. А. Усатюк, Н. И. Бондаренко использовали метод комбинированного подкисления с глюконо-дельта-лактон и бактериальной закваской, что представляет собой инновационный подход к производству сыров с чеддеризацией постоянными характеристиками качества и прогнозируемой активной кислотностью [2].

Одним из распространенных сыров, производимых из молока коров, является сыры с чеддеризацией.

Целью исследований стало определение оптимальной активной кислотности и необходимого времени для формирования сырной массы сыров с чеддеризацией.

Материалы и методы.

Для производства сыров с чеддеризацией использовали термофильную закваску Hansen FD-DVS STI-14, в состав которого входит *Streptococcus thermophilus*. Культура может использоваться отдельно или в сочетании с другими молочными культурами, например, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Lactobacillus helveticus*.

В условиях учебной и научно-исследовательской лаборатории по технологии молока и молочной продукции активную кислотность молока и сырной массы определяли с помощью анализатора «Testo 206 рН2». Этот прибор предназначен для измерения показателя рН в материалах с густой консистенцией, а также полутвердых и вязких веществ. Измеритель автоматически распознает значения полной шкалы, выбирая из них самые стабильные результаты, чем обеспечивается высокая достоверность измерений. В качестве эталонной субстанции в рН-метрах «Testo 206» используется не жидкость, а гелевый электролит, благодаря чему нет необходимости выполнять регулярное обслуживание прибора и пополнять запас раство-

ра электролита. Благодаря специальной конструкции рН зонда с поллой диафрагмой значительно уменьшается уровень загрязнения зонда белковыми и жировыми компонентами в процессе измерений, за счет чего удается поддерживать высокую чувствительность и быстродействие измерителя. В комплекте рН-метра «Testo 206» поставляется высокопрочный чехол TopSafe, который обеспечивает класс защиты IP68.

Результаты исследований и их обсуждение.

Технология производства сыров с чеддеризацией. Приготовили 20 %-ный рассол путем растворения поваренной соли в подсырной сыворотке. Для этого подсырную сыворотку нагрели до 80 °С, затем растворили в ней соль. Полученный раствор профильтровали 3-4 раза, охладили до температуры 10 °С и определили плотность рассола, которая составила 1160 кг/м³. Рассол хранили при температуре 10-12 °С.

В процессе сыроделия была задействована ванна длительной пастеризации (ВДП). Первоначально в водяную рубашку ванны наполнили водой до достижения уровня перелива, после чего подачу воды прекратили. Затем активировали блок управления ванной длительной пастеризации. Установили определенные параметры температуры для продукта (молока) и воды (охладителя). Температуру молока установили на уровне 35 °С, а температуру воды – 40 °С.

Выполнили процесс подготовки и приемки сырого молока. Сначала молоко очищали с помощью фильтра, после чего наполнили ВДП. Затем включили функцию нагрева и мешалку.

Для проведения анализа основных физико-химических свойств молока отобрали пробы. С помощью анализаторов «Клевер 2М» и рН-метра определили основные физико-химические показатели молока при температуре 20 °С.

Для достижения необходимых параметров по содержанию жира и белка провели сепарирование определенного количества молока при температуре 35 °С. После этого профильтрованное и нормализованное молоко подвергли пастеризации при температуре 65 °С с последующим выдерживанием в течение 30 минут при постоянном перемешивании.

Осуществили процесс охлаждения молока до температуры заквашивания, которая составила 38-39 °С. Одновременно с этим приготовили термофильную закваску. Для этого необходимое количество закваски предварительно извлекли из морозильной камеры и оставили при комнатной температуре на 15-20 минут для размораживания.

За 20 минут до внесения в молоко закваску растворили в 50 мл теплой (35 °С) пастеризованной воде. Затем заквашенное молоко перемешивали в течение 50-60 минут, при этом температуру молока поддерживали на уровне 38-39 °С.

С целью использования жидкого сычужного фермента в процессе сквашивания необходимое количество фермента извлекли из холодильника и оставили при комнатной температуре на 20 минут для достижения нужной температуры. Затем фермент растворили в 50 миллилитрах кипяченой воды, охлажденной до 35 °С. Через 50-60 минут после

начала процесса сквашивания в смесь добавили раствор сычужного фермента, после чего смесь перемешивали в течение 2 минут. После перемешивания мешалку остановили и смесь оставили в покое на 40-60 минут для коагуляции (свертывания). Температуру смеси поддерживали на уровне 38-39 °С на протяжении всего процесса.

Для определения времени свертывания и получения сгустка с необходимыми характеристиками (консистенция, плотность) определили точку флокуляции. С помощью специальных методов установили время, за которое начинается образование флокул (скопления частиц) в молочной смеси.

На основе полученных данных о точке флокуляции и с использованием мультипликатора флокуляции, который для сыров с чеддеризацией составляет 3, рассчитали время свертывания по формуле:

$$K = F \times M,$$

где K – время коагуляции, F – время флокуляции, M – мультипликатор флокуляции.

После расчета времени свертывания сгусток оставили в покое на оставшееся количество минут. Провели тест, позволяющий определить, насколько плотно образовался сгусток. Если сгусток оказался недостаточно плотным, то его оставили еще на 10-15 минут. Такой подход позволяет точно определить необходимое время свертывания и получить сгусток с желаемыми характеристиками, что важно для производства сыров.

Вертикальной лирой сгусток разрезали по кругу и оставили на 5 минут. Затем использовали горизонтальную лиру, чтобы разрезать сгусток на кубики размером 1,5-2,0 см, после чего оставили еще на 5 минут. Температуру сгустка поддерживали на уровне 38-39 °С.

В течение 15-20 минут вымешивали сырный сгусток при температуре 38-39 °С, чтобы они не слипались и выделялось больше сыворотки. Сначала мешали медленно, затем постепенно увеличивали температуру до 40 °С и продолжали помешивать еще 20 минут. Когда сырное зерно стало упругим и уменьшилось в размерах, его оставили на 5 минут в покое. За это время оно осело на дно. Затем удалили 30 % сыворотки.

Приступили к чеддеризации сырной массы, который применяется при производстве некоторых видов сыров, таких как чеддер и сулугуни. Чеддеризация представляет собой процесс изменения сырной массы под воздействием молочной кислоты, в результате которого формируется волокнисто-слоистая структура.

Процесс чеддеризации включает несколько этапов. Сначала отделяют мелкое сырное зерно от сыворотки. Затем сырное зерно объединяют в цельный пласт под слоем сыворотки, что позволяет быстро увеличить кислотность сырной массы. Прессование под слоем сыворотки занимает от полутора часов и позволяет сырной массе достичь необходимой кислотности.

Важно поддерживать температуру сыворотки на уровне 36-37 °С. После 1-1,5 часов прессования под слоем сыворотки pH сырной массы составляет 5,1-5,0.

Для проверки готовности сырной массы к плавлению можно использовать метод с чашкой горячей воды. Необходимо отрезать маленький кусочек сырной массы и поместить его в горячую воду на 1-2 минуты. Затем следует попробовать вытянуть кусочек в тонкую нить. Если это удастся сделать без разрыва, то сырная масса готова к плавлению. Важно отметить, что при этом не должно выделяться мутной жидкости. Выделение мутной жидкости указывает на то, что сырная масса еще не созрела. Если pH сырной массы достигает менее 4,9 единиц, то при плавлении она распадется на кусочки, а не расплавится.

По завершении процесса чеддеризации оставшуюся сыворотку сливали в специальную емкость. Процесс подготовки сырной массы включал ее нарезку на соломки определенного размера (толщина, ширина и длина). После этого порезанную сырную массу помещали в сыроплавитель с горячей водой при температуре 80-85 °С, где ее вымешивали с помощью лопатки до достижения однородности и слитности.

Формирование сырной массы происходило в плотных чистых резиновых перчатках. Для сыра «Сулугуни» отделяли порции сырной массы весом 200-400 граммов, которые месили как тесто. Края сырной массы заворачивали внутрь, формируя круглую и гладкую головку сыра. Это действие повторяли несколько раз, чтобы придать сыру слоистую текстуру. Сформированные головки сыра помещали в цилиндрические формы и охлаждали при комнатной температуре. Затем сырные головки переворачивали через каждые полчаса 3-4 раза, после чего на ночь оставляли в формах в холодильнике для затвердевания.

Соление сыра проводили в контейнере с рассолом. Температуру рассола поддерживали на уровне 10-12 °С, продолжительность посолки составляла 1 час на 100 грамм сыра. Время посолки регулировали в зависимости от желаемой степени солёности сыра. Менее соленый сыр имеет более приятную консистенцию и вкус, однако более соленый сыр может храниться дольше. Так, сырные головки массой 400 грамм солили 3-4 часа, а головки массой 800 грамм – 8-10 часов.

После посолки сыр «Сулугуни» готов к немедленному употреблению. После извлечения из рассола сыру дали стечь в течение 15-20 минут, чтобы избавиться от излишней влаги. Затем его хранили в отдельном контейнере в холодильнике, чтобы предотвратить высыхание продукта.

В нашей работе рассмотрели изменения активной кислотности смеси после внесения закваски, времени, необходимой для достижения желаемой pH, плавимость и растяжимость сырной массы (рис. 1-3).

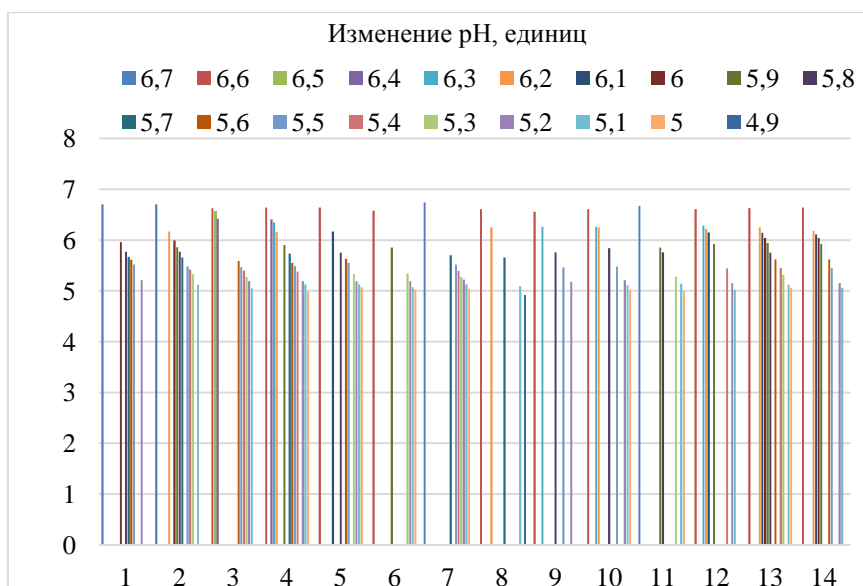


Рис. 1. Влияние закваски на рН смеси и сырной массы
Fig. 1. Effect of starter on the pH of the mixture and cheese mass

Активная кислотность молока определяется концентрацией свободных ионов водорода (H^+) в растворе и выражается в единицах рН. Для свежего молока этот показатель обычно находится в диапазоне 6,6-6,8. Этот интервал оптимален для большинства биохимических процессов, происходящих в молоке, включая ферментацию лактозы и коагуляцию казеин-кальций-фосфатного комплекса.

Для производства сыров с чеддеризацией используется термофильная закваска Hansen FD-DVS STI-14. Эта закваска содержит термофильные молочнокислые бактерии (*Streptococcus thermophilus*), которые активно размножаются при температуре 37-42 °С. Термофильные бактерии способствуют образованию молочной кислоты, которая снижает рН сырной массы. Для достижения необходимой кислотности (рН 5,1-5,0) в процессе производства сыра рН сырной массы регулируется внесением заквасок с высоким содержанием термофильных бактерий. Этот этап важен, так как оптимальные условия рН способствуют формированию желаемой текстуры и вкусовых характеристик сыра.

В первой партии сырого молока зафиксировали начальный уровень рН 6,7. После проведения технологических операций, включающих подготовку молока, внесение закваски, перемешивание, сквашивание смеси продолжалось в течение 60 минут. Затем в молоко добавили сычужный фермент и спустя еще 60 минут технологические операции были продолжены.

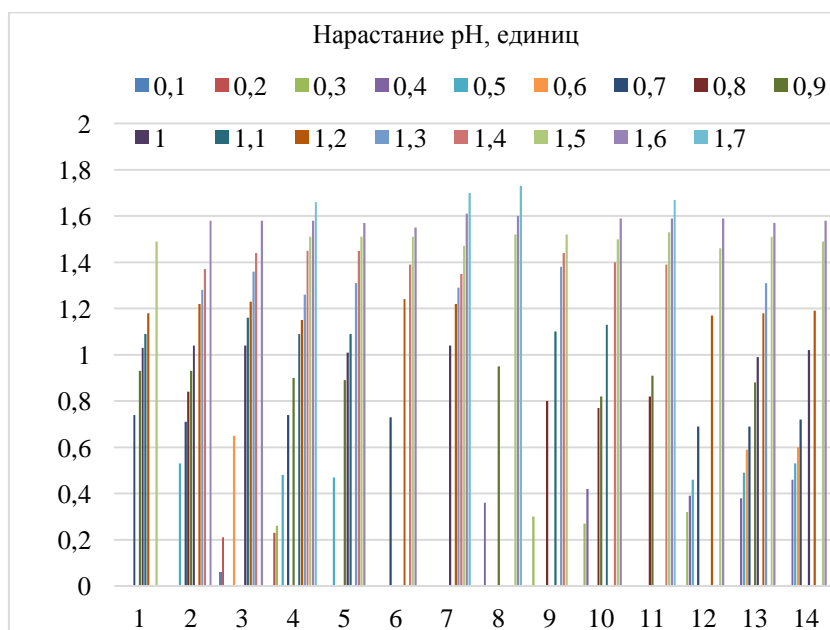


Рис. 2. Нарастание рН сырной массы
Fig. 2. Increase in pH of the cheese mass

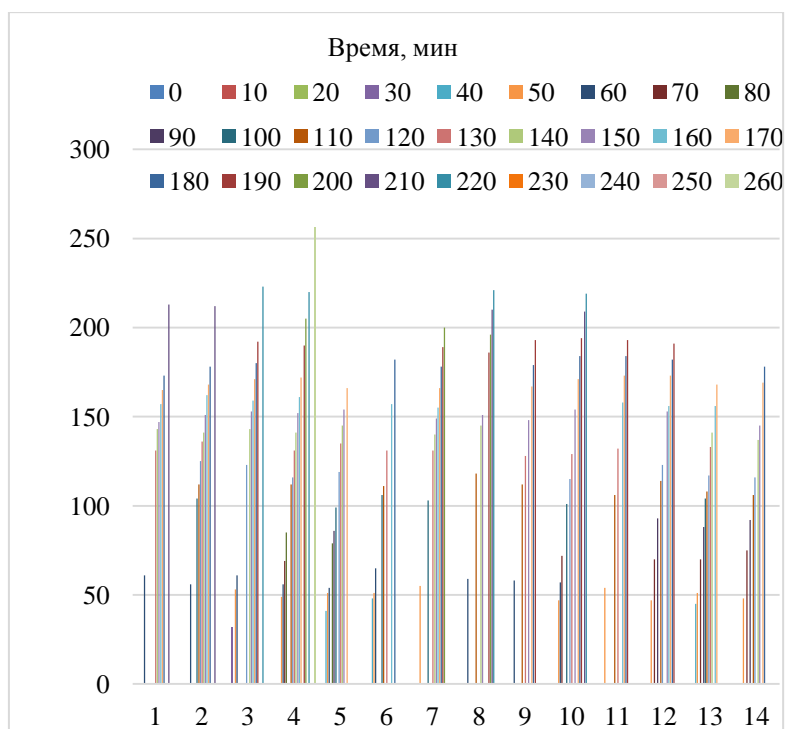


Рис. 3. Время нарастания pH после внесения закваски
Fig. 3. Time of pH increase after adding the starter

Последовательность операций включала нарезку сгустка, удаление сыворотки и процесс чеддеризации. В ходе выполнения этих этапов регулярно измерялся уровень pH смеси и сырной массы. Через 213 минут активная кислотность достигла рекомендуемого значения 5,2 единицы, что соответствует установленным нормам для данного технологического процесса.

Все операции провели и по другим партиям производства сыров. Выявили, что во второй партии рекомендуемой pH 5,2-5,0 достигли через 212 минут, в третьей – 223, четвертой – 256, пятой – 166, шестой – 182, седьмой – 200, восьмой – 221, девятой – 193, десятой – 219, одиннадцатой – 193, двенадцатой – 191, тринадцатой – 168, четырнадцатой – 178 минут.

Заключение.

В результате исследования были определены следующие параметры: уровень кислотности (pH), время нарастания кислотности, плавимость и растяжимость сырной массы.

Установили, что максимальный уровень pH составил 5,21 единицы, минимальный уровень – 4,98 единицы. Минимальное время, необходимое для достижения значения pH 5,2-5,0, составило 166 минут, максимальное время – 256 минут.

Удовлетворительную плавимость и растяжимость сырной массы показали 1, 2, 3, 4, 8 и 10 партии. Хорошую плавимость и растяжимость показали сырные массы 5, 6, 7 и 9 партий. Лучшую плавимость и растяжимость показали сырные массы 11, 12, 13 и 14 партий. Эти партии характеризовались pH в диапазоне 5,06-5,02 и временем нарастания кислотности 168-193 минуты.

Таким образом, наиболее высокое качество сырной массы было достигнуто в 11, 12, 13 и 14 партиях, что подтверждается их оптимальными значениями pH, временем нарастания кислотности, хорошей плавимостью и растяжимостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисеев, Н. Ю. Методы определения способности к растягиванию сыров для пиццы / Н. Ю. Моисеев, Е. П. Сучкова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2016. – № 5-6(353-354). – С. 80-85.
2. Мусина, О. Н. Глюконо-дельта-лактон в технологии сыроделия / О. Н. Мусина, Д. А. Усатюк, Н. И. Бондаренко // Ползуновский вестник. – 2024. – № 1. – С. 15-20. – DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.002.
3. Свириденко, Г. М. Возможность применения натуральных сыров для производства пиццы / Г. М. Свириденко, А. Н. Шишкина, В. В. Калабушкин // Пищевые системы. – 2023. – Т. 6, № 3. – С. 416-423. – DOI: 10.21323/2618-9771-2023-6-3-416-423.
4. Свириденко, Г. М. Шкала оценки сыров для пиццы / Г. М. Свириденко, В. В. Калабушкин, А. Н. Шишкина // Сыроделие и маслоделие. – 2022. – № 4. – С. 28-32. – DOI: 10.31515/2073-4018-2022-4-28-32.
5. Шергин, А. Н. Способы стабилизации качества сыров с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы / А. Н. Шергин // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – № 5. – С. 14-16.
6. Хатко, З. Н. Разработка технологии сыра «Моцарелла» с заданными функциональными свойствами из козьего молока / З. Н. Хатко, М. А. Гашева, С. К. Кудайнетова // Новые технологии. – 2021. – Т. 17, № 5. – С. 53-64. – DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-5-53-64.

REFERENCES

1. Moiseev, N.YU. Metody opredeleniya sposobnosti k rastyagivaniyu syrov dlya piccy / N.YU. Moiseev, E.P. Suchkova // Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. – 2016. – № 5-6(353-354). – S. 80-85.
2. Musina, O.N. Glyukono-del'ta-lakton v tekhnologii syrodeliya / O.N. Musina, D.A. Usatyuk, N.I. Bondarenko // Polzunovskij vestnik. – 2024. – № 1. – S. 15-20. – DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.002.
3. Sviridenko, G.M. Vozmozhnost' primeneniya natural'nyh syrov dlya proizvodstva piccy / G.M. Sviridenko, A.N. SHishkina, V.V. Kalabushkin // Pishchevye sistemy. – 2023. – Т. 6, № 3. – S. 416-423. – DOI: 10.21323/2618-9771-2023-6-3-416-423.
4. Sviridenko, G.M. SHkala ocenki syrov dlya piccy / G.M. Sviridenko, V.V. Kalabushkin, A.N. SHishkina // Syrodellie i maslodellie. – 2022. – № 4. – S. 28-32. – DOI: 10.31515/2073-4018-2022-4-28-32.
5. SHergin, A.N. Sposoby stabilizacii kachestva syrov s cheddarizaciej i termomekhanicheskoj obrabotkoj syrnoj massy / A.N. SHergin // Syrodellie i maslodellie. – 2008. – № 5. – S. 14-16.
6. Hatko, Z.N. Razrabotka tekhnologii syra «Mocarella» s zadannymi funkcional'nymi svojstvami iz koz'ego moloka / Z.N. Hatko, M.A. Gasheva, S.K. Kudajnetova // Novye tekhnologii. – 2021. – Т. 17, № 5. S. 53-64. – DOI: 10.47370/2072-0920-2021-17-5-53-64.

Информация об авторах

1. **Ларионов Геннадий Анатольевич**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29, Чувашская Республика, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>, e-mail: lariionovga@mail.ru.

2. **Ятрушева Елена Сергеевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29, Чувашская Республика, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-5318-0143>, e-mail: 79370110315@yandex.ru.

3. **Щипцова Надежда Варсонофьевна**, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29, Чувашская Республика, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-7575-6297>, e-mail: shipnavars@mail.ru.

Information about authors

1. **Larionov Gennady Anatolyevich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the department of biotechnology and processing of agricultural products, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, K. Marx St., 29, Chuvash Republic, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6414-5995>, e-mail: lariionovga@mail.ru.

2. **Yatrusheva Elena Sergeevna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of biotechnology and processing of agricultural products, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, K. Marx St., 29, Chuvash Republic, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5318-0143>, e-mail: 79370110315@yandex.ru.

3. **Shchiptsova Nadezhda Varsonofyevna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the department of biotechnology and processing of agricultural products, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, K. Marx St., 29, Chuvash Republic, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-7575-6297>, e-mail: shipnavars@mail.ru.

Вклад авторов

Ларионов Г. А. – определение цели исследования, научное руководство исследованием, организация и проведение исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Ятрушева Е. С. – определение цели исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Щипцова Н. В. – определение цели исследования, анализ результатов исследования, написание статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors

Larionov G. A. – determination of the research objective, scientific supervision of the research, organization and conduct of the research, analysis of the research results, writing the article.

Yatrusheva E. S. – defining the research objective, analyzing the research results, writing the article.

Shchiptsova N. V. – defining the research objective, analyzing the research results, writing the article.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.03.2025. Одобрена после рецензирования 15.03.2025. Дата опубликования 27.06.2025.

The article was received by the editorial office on 10.03.2025. Approved after review on 15.03.2025. Date of publication: 27.06.2025.