

Научная статья

УДК 637.352

EDN IDKXDJ

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-1-78-86>

Исследование процесса диффузии хлорида натрия в мягком сыре

Олег Константинович Мотовилов¹, Елена Валерьевна Бородай²,**Ольга Валентиновна Голуб³**^{1, 2, 3} Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий

Российской академии наук, Новосибирская область, Краснообск, Россия

¹ motovilovok@sfscs.ru, ² borodayev@sfscs.ru, ³ golubov@sfscs.ru

Аннотация. Солевое равновесие в сыре зависит от множества условий и представляет фактор, оказывающий важнейшее значение при принятии решения производителями о реализации, а потребителями – о приобретении сыра. Следовательно, получение новых знаний о распределении хлорида натрия в мягком сыре является актуальным. Материалами исследований стали образцы мягких сыров (наружный, средний и центральный слои; по окончании этапа созревания (12 час.), после 12 и 24 час. хранения). В сырах осуществляли определение высоты и диаметра; массы нетто; содержания влаги, жира и хлорида натрия стандартными методами. Различий значений по высоте, диаметру и массе в сыре в исследуемые периоды не выявили ($p > 0,05$). Установлено, что на содержание хлорида натрия в сыре оказывали влияние «слой», «интервал исследований» и их взаимодействие: сила влияния соответственно составила 51,6, 27,3 и 21,1 % ($p < 0,01$). Произведено ранжирование сыров по содержанию хлорида натрия в наружном, среднем и центральном слоях. Солевое равновесие наступало по истечении 48 часов. На содержание в сыре влаги и жира в пересчете на сухое вещество оказывал значимое влияние ($p < 0,01$) фактор «слой» – сила влияния соответственно 70,2 и 54,9 %; взаимосвязь факторов – 29,7 и 45,1 %. Отметим значимую положительную корреляционную связь между содержанием хлорида натрия и уровнем влаги в сыре (коэффициент корреляции равен 0,46, $p < 0,05$), незначимую – хлорида натрия и жира в пересчете на сухое вещество (коэффициент корреляции равен минус 0,18). Полученные результаты могут быть использованы при проведении дальнейших научных исследований, а также создании функциональной пищевой продукции.

Ключевые слова: хлорид натрия, сыр мягкий, диффузия соли, солевое равновесие, период хранения, слой отбора проб

Финансирование: работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 0533-2024-0005).

Для цитирования: Мотовилов О. К., Бородай Е. В., Голуб О. В. Исследование процесса диффузии хлорида натрия в мягком сыре // Дальневосточный аграрный вестник. 2025. Том 19. № 1. С. 78–86. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2025-19-1-78-86>.

Original article

Study of the process of sodium chloride diffusion in soft cheese

Oleg K. Motovilov¹, Elena V. Borodai², Olga V. Golub³^{1, 2, 3} Siberian Federal Research Center of Agro-Biotechnologies

of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk region, Krasnoobsk, Russian Federation

¹ motovilovok@sfscs.ru, ² borodayev@sfscs.ru, ³ golubov@sfscs.ru

Abstract. Salt balance in cheese depends on many conditions and is a factor of decisive importance when producers make decisions on its sale, and consumers – on its purchase. Therefore, obtaining new knowledge about the distribution of sodium chloride in soft cheese is relevant. Re-

search materials: soft cheese samples (outer, middle and central layers; at the end of the ripening stage (12 hours), after 12 and 24 hours of storage). The height and diameter, net weight, moisture content, fat and sodium chloride were determined in the cheeses using standard methods. No differences in the values for height, diameter and weight in the cheese in the studied periods were found ($p > 0.05$). It was found that the sodium chloride content in the cheese was affected by the «layer», «research interval» and their interaction: the strength of influence was 51.6, 27.3 and 21.1%, respectively ($p < 0.01$). The cheeses were ranked according to the sodium chloride content in the outer, middle and central layers. Salt equilibrium was achieved after 48 h. The moisture and fat content in cheese calculated on dry matter basis were significantly affected ($p < 0.01$) by the «layer» – the strength of the effect was 70.2 and 54.9%, respectively; the interrelation of factors was 29.7 and 45.1%. A significant positive correlation was found between the sodium chloride and moisture content in cheese (correlation coefficient is 0.46, $p < 0.05$), and an insignificant correlation was found between sodium chloride and fat in terms of dry matter (correlation coefficient is minus 0.18). The results obtained can be used in scientific research and in the creation of functional food products.

Keywords: sodium chloride, soft cheese, salt diffusion, salt equilibrium, storage period, sampling layer

Funding: the work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic No. 0533-2024-0005).

For citation: Motovilov O. K., Borodai E. V., Golub O. V. Study of the process of sodium chloride diffusion in soft cheese. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2025;19;1:78–86. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-19-1-78-86>.

Введение. Соль в сыре оказывает непосредственное воздействие на формирование основных показателей продукции, поскольку она определяет активность воды, а, следовательно, контролирует рост микроорганизмов, активность ферментов, биохимические изменения в процессе созревания, в том числе приводящие к формированию оригинальных органолептических характеристик (вкуса, аромата); оказывает влияние на степень гидратации параказеина или его агрегации, а, следовательно, способность казеиновой матрицы к связыванию влаги и ее возможности к синерезису; текстурные характеристики продукции; является непосредственным источником натрия, необходимого для жизнедеятельности человека [1].

Содержание соли в сыре заметно различается в зависимости от различных факторов: наличия и срока созревания, массовой доли влаги и жира в обезжиренном веществе и других. При этом содержание хлористого натрия различно для разных видов сыров и регламентировано техническими условиями соответствующих государственных стандартов:

- сыры плавленые – от 0,2 до 5,0 %;
- сыры полутвердые – от 1,3 до 3,0 %;
- сыры мягкие – не более 4,0 %;
- сыр творожный – не более 2,0 %;

сыры рассольные – от 2,0 до 7,0 %;

сыры с чеддеризацией и термомеханической обработкой сырной массы – от 0,5 до 3,0 %;

сыры сывороточно-альбуминные – не более 2,5 %.

При разработке новых, а также модернизации или совершенствовании существующих технологий сыров, меняется плотность сырного теста, что приводит к изменению скорости проникновения соли вглубь сыра. Концентрация соли в объеме сыра является параметром, во многом определяющим качество созревшего сыра, так как влияет как на физико-химические, так и на микробиологические показатели сыра. Следовательно, необходимо осуществлять анализ содержания соли в сыре, используя при этом соответствующие методы.

Посолка сыра осуществляется различными способами, которые влияют на поглощение и диффузию соли в сыр, а, следовательно, оказывают влияние на формирование качественных характеристик продукции. Исследованиями процесса диффузии соли поваренной занимаются многие специалисты.

Л. Л. Богдановой с соавторами установлено, что при созревании полутвердых сыров массовая доля поваренной соли в

сырах увеличивается [2]. В работе А. Кичану и О. Латышевой установлена достоверная прямая зависимость между содержанием соли во внутренних слоях сыров Голландский и Российский и этапом их созревания [3].

I. Ferroukhi с соавторами определили, что можно получить сыр Fourme d'Ambert с низким содержанием хлорида натрия и повышенным кальция, витаминов В₂, В₆ и В₁₂; менее соленым вкусом и более твердым. Это достигается путем посыпки солью (на 35 %) и частичной ее замены лактатом кальция на 25 % в процессе сухого посола (на 47 %) [4]. Исследованиями V. Gagnaire с соавторами установлено, что снижение на 30 % уровня хлорида натрия при изготовлении сыров швейцарского типа оказывает незначительное влияние на характеристики качества – компенсацию изменений можно нивелировать штаммами заквасок [5].

C. Loffi с соавторами отмечено, что сокращение времени вымачивания в рассоле при производстве сыра Пармиджано-Реджано приводило к получению продукции, обладающей аналогичными органолептическими и функциональными характеристиками, как и продукция, полученная по традиционной технологии, но способной оказывать потенциальное благотворное влияние на здоровье потребителей за счет снижения содержания соли [6]. А. Rako с соавторами определено, что повышенное содержание соли в сыре Брач обеспечивало большее количество неповрежденного α 1-казеина, стимулировало гидролиз β -казеина в процессе созревания, способствовало получению продукции с менее хрупкой текстурой [7].

Следует отметить, что в отношении сыров мягких, включая адыгейский, из-за их востребованности, проводится значительное количество исследований [8–15], однако полноценного научно обоснованного анализа процессов диффузии в них хлорида натрия довольно ограничено.

Цель исследований – проведение оценки распределения хлорида натрия в мягком сыре.

Материалы и методы исследования. Экспериментальные образцы сыра получены из молока коровьего сырого, произведенного федеральным государственным унитарным предприятием

«Элитное» (первого сорта по требованиям ГОСТ Р 52054–2003); кислоты лимонной; каменной соли поваренной пищевой молотой без добавок сорта «Экстра».

Экспериментальные образцы мягких сыров получали следующим образом. Молоко коровье сырое пастеризовали при температуре 93–95 °С в течение 20–25 с. После этого вносили при постоянном перемешивании кислоту лимонную в количестве 10 % от смеси. Образующийся хлопьевидный сгусток выдерживали в течение 5–10 мин. при температуре 93–95 °С. Всплывшую наверх сырную массу (колье) выкладывали ковшом (ручной способ) в формы для адыгейского сыра вместимостью 300 г и оставляли для самопрессования в течение 10–15 мин., одновременно сливая сыворотку; за это время сыр один раз переворачивали, слегка встряхивая форму.

После самопрессования сыр отправляли в камеры на обсушку и охлаждение при температуре 8–10 °С продолжительностью 16–18 час. Затем осуществляли посол сыра нанесением сухой соли поваренной на верхнюю поверхность (1 % от массы сыра). После усвоения соли поваренной сыры переворачивали и на другую поверхность наносили соль поваренную (также 1 % от массы сыра). Формы с сыром направляли в камеры с температурой 8–10 °С и относительной влажностью воздуха 85–90 %, где выдерживали 12 час. для созревания.

Наконец, сыры упаковывали в вакуумные пакеты из прозрачного лавсан/полиэтилен (PET/PE) плотностью, составляющей 65/95 мкм, и отправляли на хранение в течение 36 час. при температуре 2–6 °С.

Исследования полученных образцов сыра осуществляли по окончании этапа созревания (12 час.), а также по истечении 12 и 24 час. хранения.

В сырах производили определение формы, в том числе высоты и диаметра; массы нетто; содержания влаги, жира и хлорида натрия. При этом учитывались требования ГОСТ 5867–2023 «Молоко и продукты переработки молока. Методы определения жира» (кислотный метод), ГОСТ Р 55063–2012 «Сыры и сыры плавленые. Правила приемки, отбор проб и методы контроля». Соответственно масса нетто определялась путем прямого изме-

рения (взвешивания на весах) и регистрации значений. Устанавливалось содержание влаги, хлористого натрия (метод титрования осаждением). Диаметр и высоту сыра определяли путем прямого измерения штангенциркулем.

Для проведения исследований использовали следующее оборудование: баню водяную WB-4MS (Биосан, Латвия); весы лабораторные Pioneer PA2102C (Ohaus Instruments (Changzhon) Co., Ltd., Китай); весы лабораторные Pioneer PA214 (Ohaus Instruments (Changzhon) Co., Ltd., Китай); гомогенизатор HG-15F-Set (DAIHAN Scientific Co., Ltd., Республика Корея); инкубатор MIR-262 (SANYO Electric Co., Ltd., Япония); микроцентрифугу встряхиватель низкоскоростную «Циклотемп» (ЗАО «Циклотемп», Россия); печь муфельную Snol 7,2/900 (Umega Group, АВ, Литва); плиту программируемую ПЛП-03 (НПП «Томьана-

лит», Россия); шкаф сушильный ШС-80-01 МК СПУ (ОАО «Смоленское специальное конструкторско-технологическое бюро систем программного управления», Россия); цифровой штангенциркуль (Китай).

Все экспериментальные определения проводили в трех – четырех повторностях. Результаты представляли как среднее значение (плюс (минус) стандартное отклонение). Данные анализировали с использованием программы Statistica 10. Для сравнения средних значений применялся двухфакторный дисперсионный анализ с апостериорным тестом Тьюки ($p < 0,05$). Методом Снедекора устанавливали силу влияния факторов, коэффициенты ранговой корреляции Спирмена (в целях оценки взаимосвязи между переменными).

Результаты исследований и их обсуждение. Из данных таблицы 1 видно, что исследуемые образцы сыров по форме, высоте, диаметру, массе, содержанию

Таблица 1 – Показатели качества сыра
Table 1 – Cheese quality indicators

Показатели	Интервал исследований, час.	Характеристика/ значения
Форма	12–48	низкий цилиндр со слегка выпуклой боковой поверхностью и округленными гранями
Высота, мм	12	43,82±0,07
	24	43,82±0,06
	48	43,82±0,06
Диаметр, мм	12	102,96±0,11
	24	102,94±0,11
	48	103,00±0,06
Масса, кг	12	358±17
	24	358±17
	48	358±16
Массовая доля влаги, %	12	54,21±0,13
	24	54,21±0,13
	48	54,20±0,13
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %	12	45,70±0,16
	24	45,69±0,15
	48	45,68±0,16
Массовая доля хлористого натрия, %	12	менее 0,5 ^{bc}
	24	0,53±0,02 ^a
	48	0,54±0,02 ^a
Примечание: различия средних значений с разными строчными буквами существенны ($p < 0,01$).		

влаги, жира в сухом веществе в исследуемые периоды хранения соответствовали требованиям ГОСТ 32263–2013 «Сыры мягкие. Технические условия».

Различий значений по высоте, диаметру, массе, содержанию влаги, жира в сухом веществе в образцах сыров в исследуемые периоды не выявили ($p > 0,05$). Установлены значимые различия по содержанию хлорида натрия в сырах в исследуемые периоды: наименьшее количество после 12 часов, наибольшее – после 48 часов (сила влияния 97,4 %, $p < 0,01$).

В таблице 2 даны результаты исследований по содержанию хлорида натрия в сыре, свидетельствующие ($p < 0,01$), что наибольшее влияние на содержание соли оказывал «слой», из которого была взята проба (51,6 %), и только затем «интервал исследований» и «слой × интервал исследований» (соответственно 27,3 и 21,1 %).

Содержание соли в сыре в зависимости от интервала исследований ранжировалось следующим образом ($p < 0,01$):

в наружном слое: 12 и 24 час. > 48 час.;
в среднем слое: 12 час. < 24 час. < 48 час.;
в центральном слое: 12 и 24 час < 48 час.

Следует отметить, что равновесие соли во всех трех слоях сыра наступало по истечении 48 часов; значимые различия по содержанию хлорида натрия в образцах продукции отсутствовали ($p > 0,05$).

На содержание влаги и жира в пересчете на сухое вещество в сыре оказывал влияние не «интервал исследований» ($p > 0,05$), а «слой» (сила влияния соответственно 70,2 и 54,9 %, $p < 0,01$) и взаимосвязь факторов (сила влияния соответственно 29,7 и 45,1 %, $p < 0,01$).

Содержание влаги в сыре в зависимости от интервала исследований ранжировалось следующим образом ($p < 0,01$):

в наружном слое: 12 час. < 24 час. < 48 час.;
в среднем слое: 12 и 24 час. > 48 час.;
в центральном слое: 12 час. < 24 час. < 48 час.

Содержание жира в пересчете на сухое вещество в сыре в зависимости от интервала исследований ранжировалось следующим образом ($p < 0,01$):

в наружном слое: 48 час. < 12 час. < 24 час.;
в среднем слое: 24 и 48 час. < 48 час.;
в центральном слое: 24 час. < 12 час. < 48 час.

Из данных таблицы 3 видна прямая значимая корреляционная связь между содержанием влаги и хлорида натрия в сыре (коэффициент корреляции составил 0,46, $p < 0,05$); обратная – между содержанием влаги и жира (коэффициент корреляции равен минус 0,40, $p < 0,05$). При этом значимых корреляционных связей между содержанием хлорида натрия и жиром в сыре не выявили.

На основании проведенного регрессионного анализа получены следующие

Таблица 2 – Диффузия хлорида натрия в сыре

Table 2 – Diffusion of sodium chloride in cheese

Слой	Интервал исследований, час.	Массовая доля хлорида натрия, %	Массовая доля влаги, %	Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %
Наружный	12	0,65±0,04 ^{c-i}	54,33±0,10 ^{bcf-i}	44,80±0,12 ^{b-i}
Наружный	24	0,63±0,03 ^{c-i}	55,57±0,10 ^{ac-i}	46,21±0,12 ^{ac-i}
Наружный	48	0,54±0,02 ^{abdgh}	58,63±0,10 ^{abd-i}	42,48±0,11 ^{abd-i}
Средний	12	менее 0,5 ^{a-cefi}	54,21±0,10 ^{bchi}	45,70±0,12 ^{a-cg-i}
Средний	24	0,52±0,01 ^{abdgh}	54,21±0,10 ^{bchi}	45,69±0,11 ^{a-cg-i}
Средний	48	0,53±0,01 ^{abdgh}	54,20±0,10 ^{a-chi}	45,69±0,11 ^{a-cg-i}
Центральный	12	менее 0,5 ^{a-cefi}	54,10±0,10 ^{a-chi}	46,60±0,12 ^{a-fhi}
Центральный	24	менее 0,5 ^{a-cefi}	52,84±0,10 ^{a-gh}	45,17±0,11 ^{a-gi}
Центральный	48	0,53±0,01 ^{abdgh}	49,78±0,10 ^{a-h}	48,90±0,13 ^{a-h}
Примечание: различия средних значений с разными строчными буквами существенны ($p < 0,01$).				

Таблица 3 – Ранговые корреляции Спирмена ($p < 0,05$)Table 3 – Spearman rank correlations ($p < 0.05$)

Показатели	Массовая доля хлористого натрия	Массовая доля влаги	Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество
Массовая доля хлористого натрия	1,00	0,46	–0,18
Массовая доля влаги	0,46	1,00	–0,40
Массовая доля жира в пересчете на сухое вещество	–0,18	–0,40	1,00

уравнения прямолинейной зависимости (при $p < 0,05$):

$$y_1 = -0,83 + 0,02x, \quad (1)$$

$$y_2 = 79,91 - 0,63x \quad (2)$$

где y_1 – массовая доля хлорида натрия, %;

y_2 – массовая доля жира в пересчете на сухое вещество, %;

x – массовая доля влаги, %.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что полное просаливание сыра мягкого наступает через 48 часов, что подтверждается содержанием хлорида натрия в срезах.

В наружном, среднем и центральном слоях оно составляет соответственно 0,54; 0,53 и 0,53 % и в суммарной пробе (в среднем 0,54 %).

Полученные результаты могут быть использованы при проведении научных исследований (например, при разработке экспресс-способа для качественного определения глубины просаливания мягкого сыра, предусматривающего использование красителя органического Уранина А). Также данные результаты могут получить практическое применение при создании функциональной пищевой продукции (например, с пониженным содержанием соли поваренной).

Список источников

1. Guinee T. P. Salting and the role of salt in cheese // International Journal of Dairy Technology. 2004. Vol. 57. No. 2–3. P. 99–109. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00145.x>. EDN EALWEB.
2. Богданова Л. Л., Подрябинкина А. А., Ефимова Е. В. Изучение влияния количественного содержания поваренной соли на физико-химические показатели сыра // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. 2021. Вып. 16. С. 98–104. <https://doi.org/10.47612/2220-8755-2021-16-98-104>.
3. Кицану А., Латышева О. Изучение процесса диффузии соли в твердых сырах в период созревания // Stiinta Agricola. 2018. № 1. С. 105–111. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/105-111.pdf. EDN MHSPLV.
4. Ferroukhi I., Dominguez J., Bord C., Guerinon D., Chassard C., Mardon J. How can the NaCl content of ripened Fourme d'Ambert cheese be reduced using innovative dry surface salting processes? // International Journal of Dairy Technology. 2024. Vol. 77. No. 2. P. 548–558. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.13067>. EDN YXXDLY.
5. Gagnaire V., Lecomte X., Richoux R., Genay M., Jardin J., Briard-Bion V. [et al.]. Little impact of NaCl reduction in swiss-type cheese // Frontiers in Nutrition. 2022. Vol. 9. P. 888179. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.888179>.
6. Loffi C., Bortolazzo E., Garavaldi A., Musi V., Reverberi P., Galaverna G. [et al.]. Reduction in the brining time in Parmigiano Reggiano cheese production minimally affects proteolysis, with no effect on sensory properties // Foods. 2021. Vol. 10. No. 4. P. 770. <https://doi.org/10.3390/foods10040770>.

7. Rako A., Kalit M. T., Rako Z., Zamberlin Š., Kalit S. Contribution of salt content to the ripening process of Croatian hard sheep milk cheese (Brač cheese) // LWT. 2022. Vol. 162. P. 113506. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113506>.
8. Меркулова Н. Ю., Тохириён Б., Тихонов С. Л., Тихонова Н. В. Исследование качества и безопасности мягких сыров итальянской группы российского производства // Молочная промышленность. 2023. № 6. С. 77–80. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-6-19>. EDN XCYMJG.
9. Мусина О. Н., Бондаренко Н. И., Усатюк Д. А. Мягкий сыр из смеси коровьего и козьего молока // Ползуновский вестник. 2022. № 1 (4). С. 149–153. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.019>. EDN JNGYIL.
10. Мяконосов Д. С., Смыков И. Т., Абрамов Д. В., Делицкая И. Н., Овчинникова Е. Г. Влияние молокосвертывающих ферментов животного и микробного происхождения на качество и сроки хранения мягких сыров // Пищевые системы. 2021. Т. 4. № 4. С. 286–293. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-4-286-293>. EDN PFHRHA.
11. Решетник Е. И., Максимюк В. А., Уточкина Е. А. Влияние функционально-технологических свойств зернового компонента на качественные показатели творожного продукта // Техника и технология пищевых производств. 2013. № 4 (31). С. 74–77. EDN RNIENJ.
12. Решетник Е. И., Грибанова С. Л., Егоров Д. В., Грицов Н. В. Использование растительного сырья при производстве кисломолочных продуктов для специализированного питания // Индустрия питания. 2021. Т. 6. № 4. С. 39–46. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-4-4>. EDN XCTYCA.
13. Pei M., Chen S., Li C., Zhang G., Liu L., Zhao Z. [et al.]. Physicochemical properties and volatile components of pea flour fermented by *Lactobacillus rhamnosus* L08 // Food Bioscience. 2022. Vol. 46. P. 101590. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101590>.
14. Щетинина Е. М., Гаврилова Н. Б., Чернопольская Н. Л., Щетинин М. П. Мягкий сыр на основе козьего молока для специализированного (спортивного) питания // Хранение и переработка сельхозсырья. 2022. № 3. С. 134–146. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.360>. EDN AGQOSK.
15. Хатко З. Н., Кудайнетова С. К. Обоснование функциональной направленности адыгейского сыра // Известия вузов. Пищевая технология. 2024. № 1 (395). С. 129–133. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2024.1.21>. EDN AQGIOY.

References

1. Guinee T. P. Salting and the role of salt in cheese. International Journal of Dairy Technology, 2004;57;2–3:99–109. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2004.00145.x>. EDN EALWEB.
2. Bogdanova L. L., Podryabinkina A. A., Efimova E. V. Study of the influence of the quantitative content of table salt on the physicochemical parameters of cheese. *Aktual'nye voprosy pererabotki myasnogo i molochnogo syr'ya*, 2021;16:98–104. <https://doi.org/10.47612/2220-8755-2021-16-98-104> (in Russ.).
3. Kitsanu A., Latysheva O. Study of the salt diffusion process in hard cheeses during the ripening period. *Stiinta Agricola*, 2018;1:105–111. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/image_file/105-111.pdf. EDN MHSPLV. (in Russ.).
4. Ferroukhi I., Dominguez J., Bord C., Guerinon D., Chassard C., Mardon J. How can the NaCl content of ripened Fourme d'Ambert cheese be reduced using innovative dry surface salting processes? International Journal of Dairy Technology, 2024;77;2:548–558. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.13067>. EDN YXXDLY.
5. Gagnaire V., Lecomte X., Richoux R., Genay M., Jardin J., Briard-Bion V. [et al.]. Little impact of NaCl reduction in swiss-type cheese. *Frontiers in Nutrition*, 2022;9:888179. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.888179>.
6. Loffi C., Bortolazzo E., Garavaldi A., Musi V., Reverberi P., Galaverna G. [et al.]. Reduction in the brining time in Parmigiano Reggiano cheese production minimally affects proteolysis, with no effect on sensory properties. *Foods*, 2021;10;4:770. <https://doi.org/10.3390/foods10040770>.

7. Rako A., Kalit M. T., Rako Z., Zamberlin Š., Kalit S. Contribution of salt content to the ripening process of Croatian hard sheep milk cheese (Brač cheese). *LWT*, 2022;162:113506. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113506>.
8. Merkulova N. Yu., Tohirien B., Tikhonov S. L., Tikhonova N. V. Russian soft cheeses of Italian varieties: quality and safety. *Molochnaya promyshlennost'*, 2023;6:77–80. <https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-6-19>. EDN XCYMJG (in Russ.).
9. Musina O. N., Bondarenko N. I., Usatyuk D. A. Soft cheese made from a mixture of cow's and goat's milk. *Polzunovskiy vestnik*, 2022;1(4):149–153. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2022.04.019>. EDN JNGYIL (in Russ.).
10. Myagkonosov D. S., Smykov I. T., Abramov D. V., Delitskaya I. N., Ovchinnikova E. G. Influence of milk-clotting enzymes of animal and microbial origin on the quality and shelf life of soft cheeses. *Pishchevye sistemy*, 2021;4:4: 286–293. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-4-286-293>. EDN PFHRHA (in Russ.).
11. Reshetnik E. I., Maksimyyuk V. A., Utochkina E. A. Effect of functional and technological properties of the grain component on the quality indices of curd product. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2013;4(31):74–77. EDN RNIENJ (in Russ.).
12. Reshetnik E. I., Gribanova S. L., Egorov D. V., Gritsov N. V. Plant materials use in the production of fermented milk products for specialized nutrition. *Industriya pitaniya*, 2021;6:4:39–46. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-4-4>. EDN XCTYCA (in Russ.).
13. Pei M., Chen S., Li C., Zhang G., Liu L., Zhao Z. [et al.]. Physicochemical properties and volatile components of pea flour fermented by *Lactobacillus rhamnosus* L08. *Food Bioscience*, 2022;46:101590. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101590>.
14. Shchetinina E. M., Gavrilova N. B., Chernopolskaya N. L., Shchetinin M. P. Soft cheese based on goat's milk for specialized (sporting) nutrition. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*, 2022;3:134–146. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.360>. EDN AGQOSK (in Russ.).
15. Khatko Z. N., Kudaynetova S. K. Justification of the functional orientation of adyghe cheese. *Pishcheyaya tekhnologiya*, 2024;1(395):129–133. <https://doi.org/10.26297/0579-3009.2024.1.21>. EDN AQGIOY (in Russ.).

© Мотовилов О. К., Бородай Е. В., Голуб О. В., 2025

Статья поступила в редакцию 12.01.2025; одобрена после рецензирования 05.02.2025; принята к публикации 11.02.2025.

The article was submitted 12.01.2025; approved after reviewing 05.02.2025; accepted for publication 11.02.2025.

Информация об авторах

Мотовилов Олег Константинович, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, ORCID: 0000-0003-2298-3549, Author ID: 388694, motovilovok@sfsca.ru;

Бородай Елена Валерьевна, старший научный сотрудник, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, ORCID: 0000-0003-4350-085X, Author ID: 618751, borodayev@sfsca.ru;

Голуб Ольга Валентиновна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, ORCID: 0000-0003-2561-9953, Author ID: 299690, golubov@sfsca.ru

Information about the authors

Oleg K. Motovilov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher, Siberian Federal Research Center of Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0000-0003-2298-3549, Author ID: 388694, motovilovok@sfscs.ru;

Elena V. Borodai, Senior Researcher, Siberian Federal Research Center of Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0000-0003-4350-085X, Author ID: 618751, borodayev@sfscs.ru;

Olga V. Golub, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Siberian Federal Research Center of Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences, ORCID: 0000-0003-2561-9953, Author ID: 299690; golubov@sfscs.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.