

Использование магнитной обработки молочного сырья при производстве сычужных сыров

Дмитрий М. Фиалков	¹	dm.fialkov@omgau.org	 0000-0002-4834-6161
Владимир В. Пойманов	²	v-poymanov@yandex.ru	 0000-0001-7274-3557
Анна А. Дерканосова	²	aa-derk@ya.ru	 0000-0002-9726-9262
Константин К. Полянский	^{2,3}	mto.vrn@mail.ru	 0000-0002-8817-1466

1 Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Институтская площадь 1, г. Омск, 644008, Россия

2 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

3 Воронежский филиал Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394030, Россия

Аннотация. В России наблюдается нехватка высококачественного сырья на сыродельных предприятиях молочной промышленности. Магнитная обработка молочного сырья является одной из и экономически доступных способов улучшения сыропригодности молока, хорошо вписывающихся в общепринятые технологии производства сыра. Целью работы было исследование влияния магнитной обработки нормализованной молочной смеси на эффективность производства из неё сычужных сыров. Объектами исследования являлись нормализованная молочная смесь, сычужные сгустки, сыворотка и готовый сыр «Голландский лилипут» выработанный по ТУ 9225-001-000435139-2005, из молока прошедшего обработку магнитным полем (опыт) и молока без обработки (контроль). При проведении работы использовались стандартные методы исследований, предусмотренные нормативными документами. Количество водорастворимого азота в сыре определяли методом Кельдяля – Ганнинга. Время сычужного свертывания контролировали оригинальным капиллярным методом. Окончание созревания сыра фиксировали при повышении в нем количества водорастворимого азота на 23-24 % от начального содержания белкового азота. Результатом исследования является экспериментальное обоснование оптимальной напряженности магнитного поля при обработке молочной смеси. Электромагнитная обработка молочной смеси перед внесением фермента позволила снизить на 19-20% время сычужного свертывания и получить более плотные сгустки с лучшим выделением сыворотки. Подсырная сыворотка содержала меньше жира и белка. Магнитная обработка сырья ускорила на 20% сократила время созревания сыра и повысила его органолептическую оценку. По результатам исследования можно сделать вывод о целесообразности применения магнитной обработки молочного сырья в сыроделии.

Ключевые слова: молочное сырье, сычужное свертывание, состав сыворотки, созревание сыра, органолептические показатели.

The using magnetic treatment of raw materials in cheese production

Dmitriy M. Fialkov	¹	dm.fialkov@omgau.org	 0000-0002-4834-6161
Vladimir V. Poymanov	²	v-poymanov@yandex.ru	 0000-0001-7274-3557
Anna A. Derkanosova	²	aa-derk@ya.ru	 0000-0002-9726-9262
Konstantin K. Polyansky	^{2,3}	mto.vrn@mail.ru	 0000-0002-8817-1466

1 Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Institut Sq., 1, Omsk, 644008, Russia

2 Russia Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

3 Voronezh branch of the Plekhanov Russian University of Economics, Karl Marx, 67A, Voronezh, 394030, Russia

Abstract. There is a shortage of high-quality raw materials at cheese-making plants in the Russian dairy industry. Magnetic treatment of raw milk is one of the most cost-effective ways to improve the suitability of milk for cheese production. Magnetic treatment fits well with conventional cheese production technologies. The aim of the work was to study the influence of magnetic treatment of normalized milk mixture on the efficiency of production of rennet cheeses from it. The objects of the study were normalized milk mixture, rennet curds, whey and finished cheese "Dutch Lilliputian" made from milk treated with a magnetic field (experiment) and milk without treatment (control). Standard research methods prescribed by regulatory documents were used during the study. The amount of water-soluble nitrogen in the cheese was determined using the Kjeldahl-Gunning method. The rennet coagulation time was monitored using a unique capillary method. The end of cheese ripening was determined when the amount of water-soluble nitrogen in it increased by 23-24% of the initial protein nitrogen content. The result of the study is an experimental justification of the optimal magnetic field strength during the processing of milk formula. Electromagnetic treatment of the milk mixture before enzyme addition reduced rennet coagulation time by 19-20%, resulting in denser curds with improved whey extraction. The resulting whey contained less fat and protein. Magnetic treatment of raw materials accelerated cheese ripening by 20% and improved its organoleptic quality. The results of the experiment suggest the feasibility of using magnetic treatment of dairy raw materials in cheesemaking.

Keywords: milk raw materials, rennet coagulation, whey composition, cheese ripening, organoleptic properties.

Для цитирования

Фиалков Д.М., Пойманов В.В., Дерканосова А.А., Полянский К.К.

Использование магнитной обработки молочного сырья при производстве сычужных сыров // Вестник ВГУИТ. 2025. Т. 87. № 3. С. 50–55. doi:10.20914/2310-1202-2025-3-50-55

For citation

Fialkov D.M., Poymanov V.V., Derkanosova A.A., Polyansky K.K.

The using magnetic treatment of raw materials in cheese production. Vestnik VGU [Proceedings of VSUET]. 2025. vol. 87. no. 3. pp. 50–55. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2025-3-50-55

Введение

Современный этап развития сельскохозяйственного производства, и экономики России сопровождается нехваткой высококачественного сырья на предприятиях молочной промышленности. Это особенно актуально для предприятий осуществляющих производство сыра и предъявляющих высокие требования к составу молока, его технологическим и экологическим показателям. [1–3] Из-за отсутствия надлежащего контроля качества кормов и условий получения молока, сырье, поступающее на переработку требует более жесткой тепловой обработки, что снижает сычужную свертываемость и, следовательно, сыропригодность молока. [4–5] Вышеизложенное ставит на повестку дня изыскание простых и экономически доступных способов улучшения сыропригодности молока, хорошо вписывающихся в общепринятые технологии производства сычужных сыров.

Молоко содержит в ионной (заряженной) форме соли, заряженные мицеллы белка и жировые шарики, оболочки которых также имеют заряд. Все это окружено диполями воды. Очевидно, что все составные части молока в той или иной степени чувствительны к электромагнитным воздействиям. Известно, что электромагнитное поле способно индуцировать в супензированных частицах молока дипольные заряды, что приводит к взаимному притяжению частиц. Причем для частиц каждого вида существует свой оптимальный диапазон частот, в пределах которого эффект возникает при минимальной напряженности поля. Значительную роль в воздействии магнитного поля играет вода. Предполагается, что под действием магнитного поля в молекулах воды происходят орто-пара-переходы. Необходимая для этого энергия очень мала (в сотни раз меньше энергии водородной связи). Возникновение в водных растворах зон с параллельной ориентацией спинов может приводить к выталкиванию из таких областей растворенных веществ. [6]. Применительно к молоку, это приведет к изменению солевого равновесия

Принято считать, что белковые молекулы в водном растворе способствуют организации молекул воды в стабильные структуры, вокруг неполярных групп белковых молекул образуются так называемые гидротактоиды. Вместе с тем, имеются экспериментальные указания на то, что вода участвует в образовании специфической структуры характерной для макромолекул, то есть, играет существенную роль в стабилизации структуры белков [7]. По этому, воздействие на диполи и микрокристаллы воды должно отражаться на состоянии гидратных оболочек и свойствах белка. Обработка молока магнитным полем уже была успешно использована

для улучшения качества и интенсификации процесса производства кисломолочных продуктов и творога [8–10].

Вышеизложенное позволяет предполагать, что поставленная задача может быть успешно решена путем магнитной обработки нормализованной молочной смеси перед внесением сычужного фермента.

Цель работы: исследование влияния магнитной обработки нормализованной молочной смеси на эффективность производства из неё сычужных сыров

Материалы и методы

Исследования выполнялись на кафедре «Продуктов питания и пищевой биотехнологии» ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» и на ООО «Маслосыркомбинат Тюкалинский»

Объектами исследования являлись нормализованная молочная смесь, сычужные сгустки, сыворотка и готовый сыр «Голландский липпупт» выработанный по ТУ 9225-001-000435139-2005, из молока прошедшего обработку магнитным полем (опыт) и молока без обработки (контроль). При проведении работы использовались стандартные методы исследований, предусмотренные нормативными документами. Количество водорастворимого азота в сыре определяли методом Кельдаля – Ганнинга.

Для повышения точности и объективности результатов время сычужного свертывания контролировали оригинальным капиллярным методом, сущность которого в следующем: после внесения фермента в молочную смесь погружали капилляр и подавали через него воздух. Количество подаваемого в капилляр воздуха устанавливали из расчета выхода из капилляра 10–15 воздушных пузырьков в минуту. Давление в капилляре в момент выхода пузырька контролировалось соединенным с ним микроманометром. Об окончании процесса коагуляции и начале синерезиса судили по резкому, в 2–2,5 раза, повышению давления в капилляре.

Сыр считали достигшим необходимого уровня зрелости при повышении в нем количества водорастворимого азота на 23–24 % от начального содержания белкового азота.

В ходе эксперимента технологические режимы получения опытных и контрольных сыров (температура, количество сычужного фермента и др.) были идентичны за исключением магнитной обработки опытной нормализованной смеси на экспериментальной установке. Опытную смесь пропускали через постоянное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям. Скорость движения обрабатываемого продукта лежала в пределах 1,0–1,5 м/с, напряженность магнитного

поля варьировали от 50 до 350 кА/м. В ходе работы контролировали продолжительность сычужного свертывания, физико-химические показатели сгустка, подсырной сыворотки и готового сыра, динамику созревания.

Результаты и обсуждение

Результаты математической обработки экспериментальных данных степени влияния магнитной обработки на время сычужного свертывания представлены на рисунке 1.

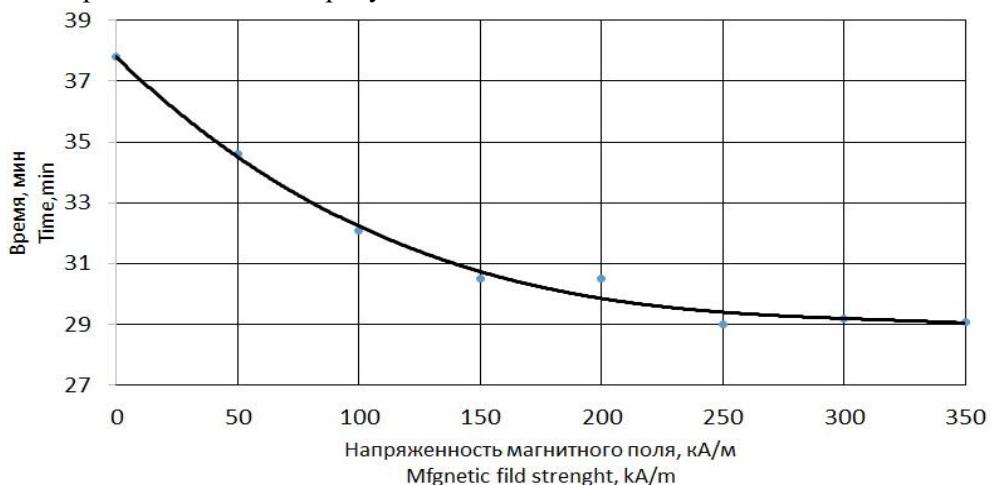


Рисунок 1. Зависимость времени сычужного свертывания от напряженности магнитного поля

Figure 1. Dependence of rennet coagulation time on magnetic field strength

Наилучший результат наблюдается при обработке молочной смеси магнитным полем напряженностью 250–300 кА/м, при данном режиме время сычужной коагуляции сократилось на 19–20 %. Полученные сгустки имели плотную консистенцию, интенсивнее выделяли сыворотку. Дальнейший рост напряженности магнитного поля существенного результата не давал. Белковые молекулы диамагнитны, поэтому воздействие магнитных полей на их поляризованные боковые цепи способно вызвать разрыв водородных связей, изменение зоны гидратации

За начало отсчета (ноль на графике) принято время получения сгустка из контрольной смеси. Анализ полученных данных показал, что рост напряженности магнитного поля от 50 до 300 кА/м приводит к достоверному сокращению продолжительности сычужного свертывания. Более интенсивное протекание сычужной коагуляции сопровождалась увеличением плотности сгустка и снижением отхода в сыворотку сырной пыли.

и др. Все это способствует денатурации и коагуляции белка [10].

Сыворотка выделившаяся при получении сырного зерна из смеси прошедшей магнитную обработку содержала меньше белка и жира (рисунок 2). Очевидно, что более прочная белковая сетка сгустка на этапе синерезиса более эффективно удерживает белок и жировые шарики. Не исключен дополнительный переход в сгусток сывороточных белков, но это предположение требует дополнительных исследований

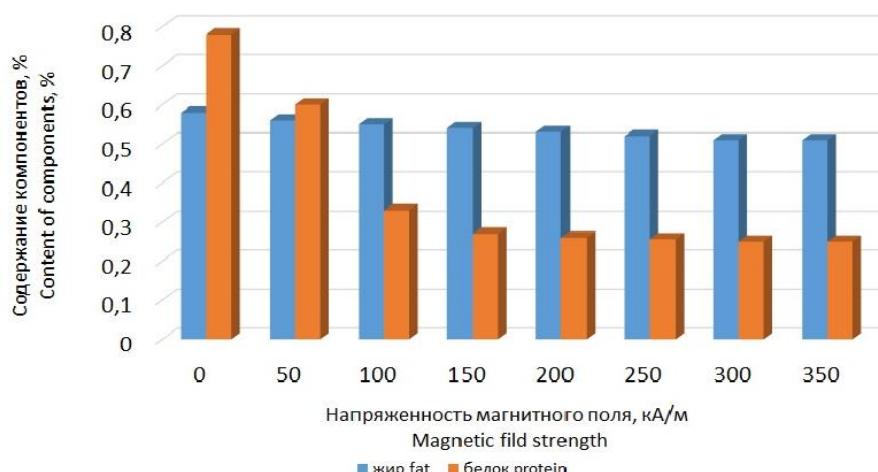


Рисунок 2. Зависимость состава сыворотки от напряженности магнитного поля

Figure 2. Dependence of serum composition on magnetic field strength

Исследования показали, что после электромагнитной обработки молочной смеси процесс созревания полученного из нее сыра протекал интенсивнее. Обработка молочной смеси при оптимальном режиме 250–300 кА/м сократила

срок созревания сыра в среднем на 20 % (рисунок 3). Это, в частности, может быть результатом изменения свойств содержащейся в сыре влаги как среды развития заквасочной микрофлоры.

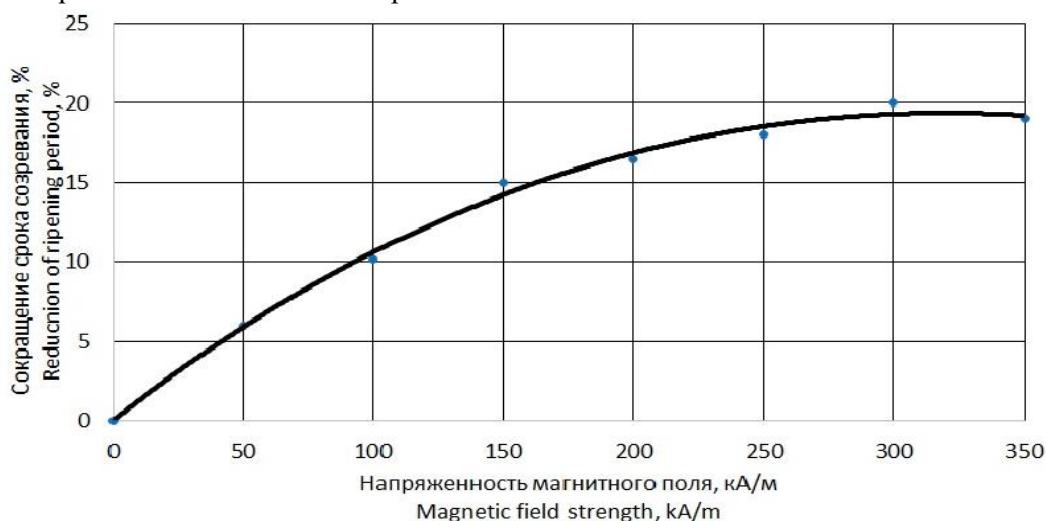


Рисунок 3. Зависимость сокращения срока созревания сыра от напряженности магнитного поля
Figure 3. Dependence of the reduction in the ripening period of cheese on the magnetic field strength

Большая подвижность молекул воды, возможно, облегчает транспорт питательных веществ в микробную клетку и удаление из нее продуктов жизнедеятельности. В том числе это ведет к повышению активности ферментных систем микроорганизмов, что в свою очередь интенсифицирует процесс ферментации.

В опытных сырах в сравнении с контролем отмечалось более интенсивное накопление продуктов распада белка, сыры получили более высокую органолептическую оценку

В таблице 1 приведены показатели качества контрольного сыра и сыра из молока прошедшего магнитную обработку при оптимальной напряженности 250 кА/м.

Показатели контрольных и опытных сыров

Indicators of control and experimental cheeses

Показатели качества сыра Cheese quality indicators	Сыр Cheese	
	Контрольный Control	Опытный Experimental
pH	5,16	5,22
Органолептическая оценка, баллы Organoleptic assessment, points		
в том числе: including:		
вкус и запах taste and smell	83	94
консистенция consistency	22	24
рисунок pattern	8	10
цвет теста dough color	5	5
внешний вид appearance	10	10

Как следует из приведенных данных сыр, полученный из смеси прошедшей обработку магнитным полем получил более высокую оценку за вкус, рисунок и консистенцию, показатели качества, оцениваемые потребителем, прежде всего. Опытные сыры более привлекательны для потребителя и могут быть реализованы за более высокую цену.

Заключение

Изучены закономерности влияния магнитной обработки на эффективность производства

сычужных сыров. Установлено, что наиболее оптимальной является обработка полем напряженностью 250–300 кА/м. Обоснована целесообразность магнитной обработки нормализованной молочной смеси.

Электромагнитная обработка молочной смеси способствует повышению экономических показателей производства в результате сокращения продолжительности сычужного свертывания молока и созревания сыра, снижения отхода в сыворотку жира и белка, повышения качества готового продукта.

Литература

- 1 Витушкина М.А., Дулепова М.А. Сыропригодность молока при производстве сыров // Вестник науки. 2020. Т. 5. № 8 (29). С. 59–63.
- 2 Лейбера Н.В. Основа качества натурального сыра – сыропригодность молока // Качество в производственных и социально-экономических системах АПК: сб. науч. ст. Междунар. науч.-техн. конф., Курск, 28 ноября 2023 г. Курск: Университетская книга, 2023. С. 161–164.
- 3 Менышникова З.Н., Пчела Н.Б., Бойкова О.А. Ветеринарно-санитарная оценка сыропригодности сырого коровьего молока и определение качества твердых сыров частного производства // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2020. № 2. С. 22–27. doi: 10.26155/vet.zoo.bio.201902004
- 4 Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Божкова С.Е. и др. Анализ сыропригодности молочного сырья и качества обогащенных сырных продуктов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3 (59). С. 258–267. doi: 10.32786/2071-9485-2020-03-27
- 5 Буламбаева О.В., Неверова О.П. Влияние рационов кормления коров на сыропригодность молока // Современная аграрная наука: проблемы и пути решения: сб. тез. круглого стола в формате online, Екатеринбург, 12 ноября 2020 г. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2020. С. 300–303.
- 6 Лобанова А.А. Факторы, влияющие на сыропригодность молока // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: сб. мат. Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. молодых ученых, Пенза, 20–21 октября 2021 г. Т. I. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. С. 266–268.
- 7 Saleh S., Wibisono Y., Subagja H. Effect of extremely low frequency (ELF) magnetic field on processing and quality of local fresh milk // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1001. 012034. doi: 10.1088/1755-1315/1001/1/012034
- 8 Jia W., Zhang M., Xu M. et al. Novel strategy to remove the odor in goat milk: Dynamic discovey magnetic field treatment // Food Chemistry. 2022. Vol. 375. 131889. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131889
- 9 Фиалков Д.М. Перспективы электромагнитной обработки сырья при производстве молочной продукции // Мировые научные исследования и разработки в эпоху цифровизации: сб. ст. XV Междунар. науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 25 ноября 2021 г. Ч. 2. Ростов-на-Дону: Южный университет (ИУБиП), 2021. С. 187–190.
- 10 Даахмишева И.Ш. Исследование влияния магнитной обработки молока на качество кефира // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 58–61. doi: 10.20914/2310-1202-2019-4-58-61
- 11 Дерканосова А.А., Курчаева Е.Е., Артемов Е.С. и др. Качество молока красно-пестрой породы и перспективы его использования в производстве мягких сыров комбинированного состава // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 4. С. 117–125. doi: 10.20914/2310-1202-2021-4-117-125
- 12 Канина К.А., Красуля О.Н., Жижин Н.А. и др. Изучение влияния воздействия высокочастотной акустической кавитации на качество молока-сырья и молочных продуктов на его основе // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 3. С. 145–150. doi: 10.20914/2310-1202-2019-3-145-150
- 13 Yatskov M., Korchyk N., Besediuk V. Design of systems for integrated processing of dairy raw materials in the cheese industry // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 3. № 11 (113). P. 111–119. doi: 10.15587/1729-4061.2021.234818
- 14 Falih M.A., Al-Saadi A.H.M., Al-Mohammadi A.-R. et al. Enhancing safety and quality in the global cheese industry: A review of innovative preservation techniques // Heliyon. 2024. Vol. 10. № 23. e40459. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e40459
- 15 Ladyka V., Pavlenko Y., Skliar O. et al. Determining the influence of raw milk protein composition on the yield of cheese and its nutrient content // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. Vol. 126. № 11 (126). P. 6–13. doi: 10.15587/1729-4061.2023.292445
- 16 Bilyi V., Kukhtyn M., Horiuk V. et al. Amino acid composition of whey and cottage cheese under various rennet enzymes // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2021. Vol. 15. P. 1021–1031. doi: 10.5219/1693
- 17 Czyżak-Runowska G., Wojtowski J., Danków R. et al. Properties of rennet cheese made from whole and skimmed summer and winter milk on a traditional polish dairy farm // Animals. 2020. Vol. 10. № 10. 1794. doi: 10.3390/ani10101794
- 18 Franceschi P., Sandri S., Marusi M. et al. Chemical composition, hygiene characteristics, and coagulation aptitude of milk for Parmigiano Reggiano cheese from herds yielding different milk levels // Revista Brasileira de Zootecnia. 2020. Vol. 49. e20180113. doi: 10.37496/rbz4920180113
- 19 García-Gómez B., Vázquez-Oderiz L., Muñoz-Ferreiro N. et al. Rennet type and microbial transglutaminase in cheese: effect on sensory properties // European Food Research and Technology. 2020. Vol. 246. № 3. P. 513–526. doi: 10.1007/s00217-019-03418-6
- 20 Li L., Bai Y., Yang X. et al. Effects of papain concentration, coagulation temperature, and coagulation time on the properties of model soft cheese during ripening // LWT - Food Science and Technology. 2022. Vol. 161. 113404. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113404

References

- 1 Vitushkina M.A., Dulepova M.A. Suitability of milk for cheese production. Science Bulletin. 2020. vol. 5. no. 8(29). pp. 59–63. (in Russian)
- 2 Leyberova N.V. The basis of the quality of natural cheese is the suitability of milk for cheese production. In: Quality in production and socio-economic systems of the agro-industrial complex: collection of scientific articles of the International scientific and technical conference, Kursk, November 28, 2023. Kursk: ZAO "University Book", 2023. pp. 161–164. (in Russian)
- 3 Menshikova Z.N., Pchela N.B., Boykova O.A. Veterinary and sanitary assessment of the suitability of raw cow's milk for cheese production and determination of the quality of privately produced hard cheeses. Veterinary science, animal science and biotechnology. 2020. no. 2. pp. 22–27. doi:10.26155/vet.zoo.bio.201902004 (in Russian)
- 4 Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Bozhkova S.E. et al. Analysis of the suitability of dairy raw materials for cheese production and the quality of fortified cheese products. News of the Nizhnevolzhsky Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education. 2020. no. 3(59). pp. 258–267. doi:10.32786/2071-9485-2020-03-27 (in Russian)
- 5 Bulambaeva O.V., Neverova O.P. Influence of cow feeding rations on milk suitability for cheese production. In: Modern agrarian science: problems and solutions: Collection of abstracts of the round table in online format, Yekaterinburg, November 12, 2020. Ural State Agrarian University, 2020. pp. 300–303. (in Russian)

- 6 Lobanova A.A. Factors influencing the suitability of milk for cheese production. In: Contribution of young scientists to the innovative development of the Russian agro-industrial complex: Collection of materials of the All-Russian (national) scientific and practical conference of young scientists, Penza, October 20–21, 2021. Volume I. Penza: Penza State Agrarian University, 2021. pp. 266–268. (in Russian)
- 7 Saleh S., Wibisono Y., Subagia H. Effect of extremely low frequency (ELF) magnetic field on processing and quality of local fresh milk. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. vol. 1001. p. 012001. doi:10.1088/1755-1315/1001/1/012001
- 8 Jia W., Zhang M., Xu M., Shi L. Novel strategy to remove the odor in goat milk: Dynamic discovey magnetic field treatment. Food Chemistry. 2022. vol. 375. p. 131889. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131889
- 9 Fialkov D.M. Prospects for electromagnetic processing of raw materials in the production of dairy products. In: World scientific research and development in the era of digitalization: collection of articles of the XV International scientific and practical conference, Rostov-on-Don, November 25, 2021. Part 2. Rostov-on-Don: Southern University (IUBiP), 2021. pp. 187–190. (in Russian)
- 10 Dzhakhmisheva I.Sh. Investigation of the effect of magnetic treatment of milk on the quality of kefir. Bulletin of VSUET. 2019. vol. 81. no. 4. pp. 58–61. doi:10.20914/2310-1202-2019-4-58-61 (in Russian)
- 11 Derkanosova A.A., Kurchaeva E.E., Artemov E.S. et al. Quality of red-motley breed milk and prospects for its use in the production of soft cheeses of combined composition. Bulletin of VSUET. 2021. vol. 83. no. 4. pp. 117–125. doi:10.20914/2310-1202-2021-4-117-125 (in Russian)
- 12 Kanina K.A., Krasulya O.N., Zhizhin N.A. et al. Study of the effect of high-frequency acoustic cavitation on the quality of raw milk and dairy products based on it. Bulletin of VSUET. 2019. vol. 81. no. 3. pp. 145–150. doi:10.20914/2310-1202-2019-3-145-150 (in Russian)
- 13 Yatskov M., Korchyk N., Besediuk V. Design of systems for integrated processing of dairy raw materials in the cheese industry. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. vol. 3. no. 11(113). pp. 111–119. doi: 10.15587/1729-4061.2021.234818
- 14 Falih M.A., Al-Saadi A.H.M., Al-Mohammadi A.-R. et al. Enhancing safety and quality in the global cheese industry: A review of innovative preservation techniques. Heliyon. 2024. vol. 10. no. 23. p. e40459. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e40459
- 15 Ladyka V., Pavlenko Y., Skliar O. et al. Determining the influence of raw milk protein composition on the yield of cheese and its nutrient content. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. vol. 126. no. 11(126). pp. 6–13. doi: 10.15587/1729-4061.2023.292445
- 16 Bilyi V., Kukhtyn M., Horiuk V. et al. Amino acid composition of whey and cottage cheese under various rennet enzymes. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2021. vol. 15. pp. 1021–1031. doi:10.5219/1693
- 17 Czyżak-Runowska G., Wojtowski J., Danków R. et al. Properties of rennet cheese made from whole and skimmed summer and winter milk on a traditional polish dairy farm. Animals. 2020. vol. 10. no. 10. p. 1794. doi:10.3390/ani10101794
- 18 Franceschi P., Sandri S., Marusi M. et al. Chemical composition, hygiene characteristics, and coagulation aptitude of milk for Parmigiano Reggiano cheese from herds yielding different milk levels. Revista Brasileira de Zootecnia. 2020. vol. 49. p. e20180113. doi: 10.37496/rbz4920180113
- 19 García-Gómez B., Vázquez-Oderiz L., Muñoz-Ferreiro N. et al. Rennet type and microbial transglutaminase in cheese: effect on sensory properties. European Food Research and Technology. 2020. vol. 246. no. 3. pp. 513–526. doi: 10.1007/s00217-019-03418-6
- 20 Li L., Bai Y., Yang X. et al. Effects of papain concentration, coagulation temperature, and coagulation time on the properties of model soft cheese during ripening. LWT - Food Science and Technology. 2022. vol. 161. p. 113404. doi: 10.1016/j.lwt.2022.113404

Сведения об авторах

Дмитрий М. Фиалков к.т.н., доцент, кафедра продуктов питания и пищевой биотехнологии, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Институтская пл., 1, г. Омск, 644008, Россия, dm.fialkov@omgau.org

 <https://orcid.org/0000-0002-4834-6161>

Владимир В. Пойманов к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, v-poymakov@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7274-3557>

Анна А. Дерканосова д.т.н., профессор, кафедра сервиса и ресторанных бизнесов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, aa-derk@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Константин К. Полянский д.т.н., профессор, кафедра управления социально-экономическими системами и бизнес-процессами, Воронежский филиал Российской экономического университета имени Г.В. Плеханова, ул. Карла Маркса, 67А, г. Воронеж, 394030, Россия, mto.vrn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8817-1466>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Dmitry M. Fialkov Cand. Sci. (Engin.), assistant professor, food and food biotechnology department, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Institutskaya sq., 1, Omsk, 644008, Russia, dm.fialkov@omgau.org

 <https://orcid.org/0000-0002-4834-6161>

Vladimir V. Poymakov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food production machines and apparatuses department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, v-poymakov@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-7274-3557>

Anna A. Derkanosova Dr. Sci. (Engin.), professor, service and restaurant business department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, aa-derk@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-9726-9262>

Konstantin K. Polyansky Dr. Sci. (Engin.), professor, management of socio-economic systems and business processes department, Voronezh branch of the Plekhanov Russian University of Economics, Karl Marx, st. 67A, Voronezh, 394030, Russia, mto.vrn@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8817-1466>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 01/08/2025	После редакции 18/08/2025	Принята в печать 10/09/2025
Received 01/08/2025	Accepted in revised 18/08/2025	Accepted 10/09/2025