ВЛИЯНИЕ ОСНОВНОЙ КИСЛОТООБРАЗУЮЩЕЙ МИКРОФЛОРЫ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЗАКВАСОК НА ФОРМИРОВАНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ СЫРОВ С НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ВТОРОГО НАГРЕВАНИЯ

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Галина Михайловна Свириденко, д-р техн. наук, главный научный сотрудник, руководитель направления микробиологических исследований молока и молочных продуктов
E-mail: g.sviridenko@fncps.ru
Ольга Михайловна Шухалова, младший научный сотрудник направления микробиологических исследований молока и молочной продукции
E-mail: o.shukhalova@fncps.ru
Денис Станиславович Мамыкин, младший научный сотрудник направления микробиологических исследований молока и молочной продукции
E-mail: d.mamykin@fncps.ru
Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального центра пищевых систем им. В. М. Горбатова, г. Углич

Органолептические показатели сыров являются важными критериями, определяющими выбор потребителей. Вкус и аромат сыров зависит от многих факторов, влияющих на процессы выработки и созревания, в результате чего формируется определенный комплекс продуктов гидролиза составных частей молока и соответствующие потребительские характеристики продукта. При нарушении процессов, определяющих конечный компонентный состав сыра, появляются пороки вкуса, консистенции и внешнего вида. Специфичность вкуса того или иного вида сыра может зависеть от ряда факторов. Одним из наиболее значимых факторов является вид используемой заквасочной микрофлоры. В данном исследовании проведена оценка влияния основных кислотообразующих видов заквасочных культур (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus cremoris* и *Streptococcus thermophilus*) на формирование органолептических характеристик сыра. В условиях экспериментального цеха ВНИИМС проведены выработки полутвердого сыра Голландский с массовой долей жира в сухом веществе 45 % с использованием моновидовых культур молочнокислых микроорганизмов видов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus cremoris* и *Streptococcus thermophilus*, с дальнейшей оценкой органолептических характеристик, таких как внешний вид, вкус, запах, консистенция и рисунок. Установлено, что использование моновидовых культур не обеспечивает необходимых идентификационных органолептических показателей сыра Голландский, т. е. выраженного сырного вкуса, с наличием остроты и легкой кисловатости, эластичной консистенции, слегка ломкой на изгибе и развитого рисунка, состоящего из глазков круглой или овальной формы. Однако, влияние каждого вида исследуемых кислотообразующих заквасочных микроорганизмов как на формирование искомых органолептических характеристик, так и на риски образования тех или иных пороков, различно.

Ключевые слова: сыр, органолептические характеристики, внешний вид, вкус, аромат, консистенция, потребительские предпочтения, кислотообразующие микроорганизмы, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Streptococcus thermophilus*

Для цитирования: Свириденко, Г. М. Влияние основной кислотообразующей микрофлоры бактериальных заквасок на формирование органолептического профиля сыров с низкой температурой второго нагревания / Г. М. Свириденко, О. М. Шухалова, Д. С. Мамыкин // Молочная промышленность. 2024. № 5. С 50–55. https://www.doi.org/10.21603/1019-8946-2024-5-12

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Российской Федерации производство сыров неуклонно растет. По данным Союзмолоко, за последние пять лет потребление сыра увеличилось на 56 %[1]. Сыр является одним из наиболее распространенных и востребованных ферментируемых молочных продуктов благодаря разнообразию вкусовых качеств, высокой питательной и биологической ценности. Богатая и сложная микробиота сыра играет важную роль как в процессе производства, так и в созревании, внося значительный вклад в безопасность, качество и формирование органолептических характеристик конечного продукта [1, 2]. Органолептические характеристики сыров – это ощущаемые свойства, которые воспринимаются органами чувств человека преимущественно во время потребления, благодаря зрительным, осязательным, обонятельным и вкусовым ощущениям. Их можно описать как характеристики внешнего вида, вкуса, аромата и текстуры [3, 4, 5]. Почти у всех видов сыра формирование вкуса и аромата происходит в основном в процессе созревания, который включает микробиологические и биохимические изменения сырной массы под действием ферментативных систем молочнокислых микроорганизмов. Подбор видового состава заквасочной микрофлоры является одним из способов направленного воздействия на органолептические показатели сыров [6, 7].

В зависимости от вида вырабатываемого сыра используют мезофильные или термофильные заквасочные культуры. Так, при производстве сыров Голландский,

[1]Потребление сыров в 2023 году впервые за современную историю РФ превысило 1 млн тонн [Электронный ресурс]. URL: https://rg.ru/2024/04/12/potreblenie-syrov-v-2023-godu-vpervye-za-sovremennuiu-istoriiu-rf-prevysilo-1-mln-tonn.html (дата обращения: 21.04.2024)

Российский, Гауда, Эдам, Тильзитер и других созревающих сыров с низкой температурой второго нагревания закваска преимущественно состоит из мезофильных молочнокислых микроорганизмов видов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* и *Lactococcus cremoris*,

Lactococcus lactis subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* [8, 9]. Заквасочная микрофлора для данной группы сыров в соответствии с идентификационными органолептическими показателями по ГОСТ 32260-2013 «Сыры полутвердые. Технические условия» должна обеспечивать в процессе созревания формирование выраженного или умеренно выраженного сырного вкуса с легкой или умеренной кислотой, эластичную консистенцию, слегка ломкую на изгибе, а также развитие рисунка, состоящего из глазков круглой или овальной формы.

В тоже время для производства твердых сыров, таких как Эмменталь, Грюйер, Пармиджано Реджано и Грана Падано требуется использование термофильных молочнокислых палочек и *Streptococcus thermophilus* [10]. Данные микроорганизмы должны обеспечить формирование выраженного сырного вкуса и аромата со сладковатыми и пряными нотами, плотную консистенцию, умеренно эластичную, однородную во всей массе, рисунок, состоящий из глазков круглой или овальной формы.

Независимо от вида вырабатываемого сыра основу бактериальных заквасок составляют кислотообразующие виды заквасочных культур, главной функцией которых является сбраживание лактозы с образованием молочной кислоты и других продуктов гликолиза, что обеспечивает достижение необходимого уровня молочнокислого брожения во время выработки и на начальном этапе созревания [11–14]. Однако их свойство не ограничиваются только кислотообразованием, данные микроорганизмы участвуют в различных биохимических процессах, таких как протеолиз и накопление вкусоароматических веществ, что определяет конечное качество и органолептические показатели сыров [16]. В то же время, изменение направленности биохимических процессов во время созревания под действием ферментативных систем, продуцируемых тем или иным видом заквасочных микроорганизмов, может стать причиной отклонения от искомых органолептических показателей и привести к появлению пороков.

Таким образом, целью данного исследования являлось установление влияния основных кислотообразующих заквасочных культур *Lactococcus lac-*

Источник изображения: freepik.com

tis subsp. *lactis*, *Lactococcus cremoris* и *Streptococcus thermophilus* на формирование органолептических показателей сыров с низкой температурой второго нагревания, формуемых из пласта.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являлись сыры в процессе созревания, выработанные в условиях экспериментального цеха ВНИИМС из молока, соответствующего требованиям безопасности (ТР ТС 033/2013) и сыропригодности (СТО ВНИИМС 019 – 2019) по единой технологической схеме производства полутвердого сыра Голландский с массовой долей жира в сухом веществе 45 %, с использованием отдельных видов моновидовых культур молочнокислых микроорганизмов *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (вариант 1), *Lactococcus cremoris* (вариант 2) и *Streptococcus thermophilus* (вариант 3).

Все экспериментальные сыры в возрасте 30 и 60 суток созревания подвергались органолептической экспертизе, проводимой комиссией профессиональных экспертов-дегустаторов ВНИИМС. Оценивались образцы согласно шкале, включающей максимальные бальные оценки: за вкус и аромат – 45, консистенцию – 25 и рисунок – 10 баллов. Также проводилась оценка с помощью дескрипторно-профильного метода, принималась во внимание выраженность основных характеристик вкуса и запаха (сырный, кислый, посторонний, сливочный и т. д.), оцениваемых по шкале от 0 до 5 баллов. В качестве эталона сравнения были приведены дескрипторы для Голландского сыра в соответствии с ГОСТ 32260-2013 «Сыры полутвердые. Технические условия»: выраженный сырный вкус, с наличием остроты и легкой кисловатости, консистенция эластичная, слегка ломкая на изгибе, однородная во всей массе. Рисунок, состоящий из глазков круглой, овальной или угловатой формы. Характеристика «сливочный вкус и аромат» введена на основании анализа потребительских предпочтений[2].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты органолептической экспертной оценки сыров, выработанных с использованием отдельных видов заквасочных микроорганизмов, в процессе созревания отражены на гистограмме основных дескрипторов вкуса и аромата (рис. 1).

Источник изображения: freepik.com

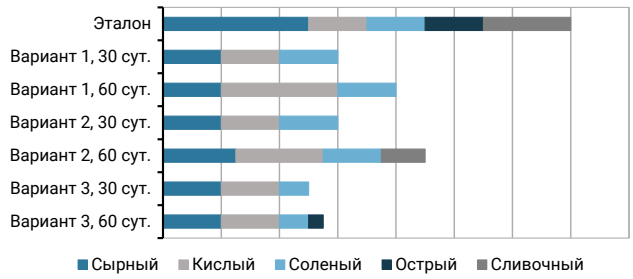


Рисунок 1. Гистограмма основных дескрипторов вкуса и аромата сыров в возрасте 30 и 60 суток

[2]Лилишенцева, А. Н. Определение критериев выбора потребителями сыров / А. Н. Лилишенцева, Т. А. Заболоцкая, Е. А. Давыдова. – Научные труды Белорусского государственного экономического университета. Выпуск 9. – Минск: Белорусский государственный экономический университет, 2016. – С. 188–193. https://elibrary.ru/grugur

В сырах варианта 1, выработанного с *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, на протяжении всего срока созревания преобладал кислый вкус со слабо выраженным сырным. В сырах варианта 2, выработанного с *Lactococcus cremoris*, отмечен умеренно выраженный сырный вкус, легкая кислота и слабый сливочный аромат, т. е. более богатый вкусовой букет, чем в варианте 1 с *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. В варианте 3, выработанном с моновидовой заквасочной культурой *Streptococcus thermophilus*, вкусовой букет более ограничен относительно сыров вариантов 1 и 2 с лактококками и характеризовался как слабо выраженный сырный с незначительной кислотой во вкусе и легкой остринкой.

Анализ гистограммы основных дескрипторов вкуса и аромата сыров показал, что, как после 30, так и 60 суток созревания все варианты сыров, выработанные с моновидовыми культурами, не обладали искомыми показателями вкуса и аромата, в частности выраженного сырного вкуса, с умеренной кислотой и соленостью, а так же наличием сливочного аромата.

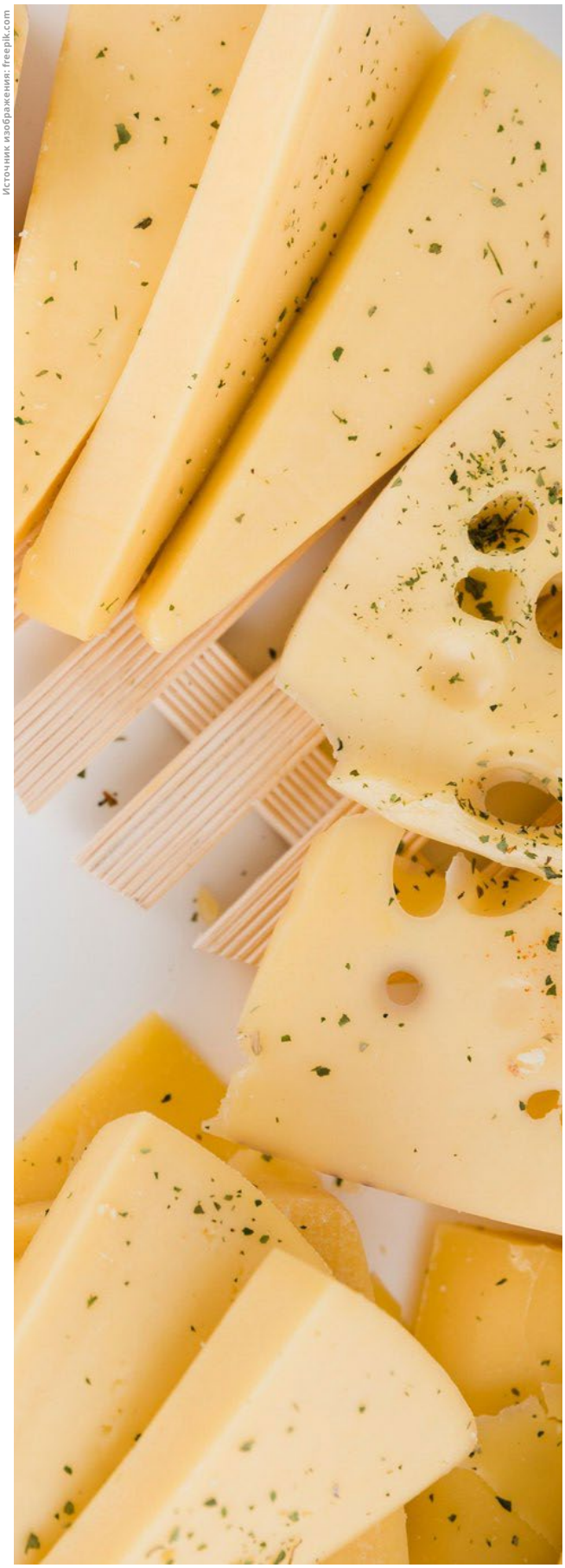
Консистенцию сыров в процессе созревания оценивали органолептически, характеризуя показатели текстуры, включающие плотность, эластичность и пластичность сырной массы, как основные характеристики консистенции.

В сырах кондиционной зрелости, выработанных с моновидовыми культурами *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (Вариант 1) и *Lactococcus cremoris* (Вариант 2) консистенция (см. табл.) характеризовалась как вязкая, ломкая, мажущая, а с *Streptococcus thermophilus* (Вариант 3) плотная, по мере созревания переходящая в несвязную. Консистенция всех вариантов сыров не соответствовала искомой, а именно эластично-пластичной.

Важным показателем качества созревающих сыров, формуемых из пласта, является рисунок, который отражает правильность протекания биохимиче-

Таблица
Консистенция сыров

Вариант сыра	Возраст, сут.	
	30	60
1 (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*)	Вязкая, ломкая	Мажущаяся, ломкая, несвязная
2 (*Lactococcus cremoris*)	Удовлетворительная, слегка несвязная	Вязкая, ломкая, мажущаяся
3 (*Str. thermophilus*)	Плотная	Плотная, несвязная


Источник изображения: freepik.com

ских, микробиологических процессов и физико-химические свойства сырного теста. Рисунок должен представлять собой глазки круглой, овальной или угловатой формы, равномерно расположенные по площади всего сыра. В сырах, формуемых из пласта под слоем сыворотки, рисунок формируется в результате жизнедеятельности газообразующей заквасочной микрофлоры сыра в процессе созревания.

Фотографии сыров в разрезе, представленные на рисунке 2, показывают, что во всех исследуемых сырах, независимо от вида используемой микрофлоры, наблюдалось отсутствие рисунка, что закономерно при использовании моновидовых кислотообразующих культур, не обладающих газо-ароматообразующей активностью.

Источник изображения: freepik.com

Цвет сырного теста в варианте 3 с *Streptococcus thermophilus* светло-желтый, равномерный, однородный. В вариантах сыров 1 и 2, выработанных с лактококками, наблюдалось образование ореола разной интенсивности. Сыры, выработанные с *Lactococcus cremoris* (Вариант 2) имели наиболее выраженный ореол, который появился на начальных сроках созревания и сохранился до кондиционной зрелости сыра, что является значимым пороком при оценке качественных показателей сыра.

Рисунок 3. Гистограмма суммарной органолептической оценки сыров в возрасте 30 и 60 суток

Органолептическая суммарная балльная оценка (рис. 3) сыров, выработанных с использованием моновидовых культур, показала, что сыры 1 варианта (с *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*) получили наименьшую бальную оценку за вкус и консистенцию. Несколько лучше был оценен вкус сыров вариантов 2 и 3 с *Lactococcus cremoris* и *Streptococcus thermophilus*. Необходимо отметить, что во всех вариантах сыров к 60 суткам созревания наблюдалось незначительное улучшение вкуса. Консистенция же оставалась неизменной в 1 варианте и ухудшалась во 2 и 3 вариантах. Ни один из видов исследуемых микроорганизмов не обеспечил получение искомых органолептических характеристик полутвердых сыров, в том числе выраженного сырного вкуса и аромата, эластично-пластичной консистенции и соответствующего внешнего вида.

ВЫВОДЫ

Полученные результаты позволяют с определенной долей вероятности прогнозировать влияние заквасочных микроорганизмов видов *Lactococcus lactis*

Вариант 1 (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*)

Вариант 2 (*Lactococcus cremoris*)

Вариант 3 (*Streptococcus thermophiles*)

Рисунок 2. Фотографии экспериментальных сыров в возрасте кондиционной зрелости

subsp. *lactis*, *Lactococcus cremoris* и *Streptococcus thermophilus* на формирование органолептических показателей полутвердых сыров с низкой температурой второго нагревания и оценить возможные риски снижения потребительских характеристик готового продукта при использовании данной микрофлоры. Установлено, что все исследуемые сыры, выработанные на моновидовых культурах, не обладали достаточно выраженным сырным вкусом и ароматом, имели не характерную консистенцию и отсутствие рисунка. Избыточное содержание *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* и *Lactococcus cremoris* в полутвердых сырах является риском образования излишне кислого вкуса, мажущей консистенции и устойчивого ореола. Преимущественное использование в качестве основного кислотообразователя в составе концентрированных бактериальных заквасок *Streptococcus thermophilus* приводит к образованию плотной консистенции сыра. Использование только кислотообразующей микрофлоры не обеспечивает получение полутвердых созревающих сыров с низкой температурой второго нагревания, соответствующих искомым органолептическим показателям, как по вкусу, так по консистенции и рисунку. ■

EFFECT OF ACID-FORMING MICROFLORA ON SENSORY PROFILE OF CHEESE WITH LOW-TEMPERATURE SECOND THERMAL TREATMENT

Galina M. Sviridenko, Olga M. Shukhalova, Denis S. Mamykin
All-Russian Research Institute of Butter and Cheese Production, Gorbatov Federal Center for Food Systems, Uglich

ORIGINAL ARTICLE

Sensory properties of cheese define consumer choice. Their taste and smell depend on many production and maturation factors. These processes result in a dairy hydrolysis complex. If the technology of production and maturation are violated, the final component composition acquires undesired taste, consistency, and appearance. The taste of cheese depends on a number of factors, one of which is the type of starter microflora. This study assessed the effect of monospecific cultures of acid-forming types (*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus cremoris*, and *Streptococcus thermophilus*) on the sensory profile of cheese with low-temperature second thermal treatment. The experiment featured semi-hard Gollandsky cheese with a fat mass fraction of 45 % solids. The experimental cheese underwent sensory evaluation for appearance, taste, smell, consistency, and pattern. The monospecific cultures failed to render the cheese its specific pungency, slight sourness, elasticity, slight brittleness, and a pattern of round or oval eyes. However, each acid-forming starter had a different effect on the sensory properties and defect risks.

Keywords: cheese, sensory profile, appearance, taste, aroma, consistency, consumer preferences, acid-forming microorganisms, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Streptococcus thermophilus*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гудков, А. В.** Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под ред. С. А. Гудкова. – М.: ДеЛи принт. – 2003. – 800 с.
2. **Montel, M. C.** Traditional cheeses: rich and diverse microbiota with associated benefits / M. C. Montel [et al.] // International Journal of Food Microbiology. 2014. Vol. 177. P. 136–154. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.02.019
3. **Anastasiou, R.** Omics approaches to assess flavor development in cheese / R. Anastasiou [et al.] // Foods. 2022. Vol. 11. № 2. P. 188. https://doi.org/10.3390/foods11020188
4. **Nam, J. H.** Changes in microbiota during cheese production: impact on production and quality / J. H. Nam [et al.] // Applied microbiology and biotechnology. 2021. Vol. 105. P. 2307–2318. https://doi.org/10.1007/s00253-021-11201-5
5. **Тетерева, Л. И.** Органолептическая оценка продуктов сыроделия по новому межгосударственному стандарту / Л. И. Тетерева, В. А. Мордвинова, Н. Н. Оносовская [и др.] // Сыроделие и маслоделие. 2016. № 6. С. 36–38. https://elibrary.ru/xiibhr
6. **Li, J.** Investigation of the lactic acid bacteria in kazak cheese and their contributions to cheese fermentation / J. Li [et al.] // Frontiers in microbiology. 2020. Vol. 11. P. 228. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00228
7. **Afshari, R.** New insights into cheddar cheese microbiota-metabolome relationships revealed by integrative analysis of multi-omics data / R. Afshari [et al.] // Scientific Reports. 2020. Vol. 10. №. 1. P. 3164. https://doi.org/10.1038/s41598-020-59617-9
8. **Шингарева, Т. И.** Исследование характера протекания микробиологических процессов при выработке сыров типа Российского / Т. И. Шингарева, В. М. Велинец, Д. Е. Зубец, Е. О. Чупрунова // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. 2021. №. 4. С. 149–154.
9. **Wouters, J. T. M.** Microbes from raw milk for fermented dairy products / J. T. M. Wouters [et al.] // International Dairy Journal. 2002. Vol. 12. Iss. 2–3. P. 91–109. https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00151-0
10. **Gore E.** Exploratory study of acid-forming potential of commercial cheeses: impact of cheese type / E. Gore [et al] // International Journal of Food Sciences and Nutrition. 2016. Vol. 67. Iss. 4. C. 412–421. https://doi.org/10.3109/09637486.2016.1166188
11. **Blaya, J.** Symposium review: interactions of starter cultures and non-starter lactic acid bacteria in cheese environments. / J. Blaya, Z. Barzide, G. Lapointe // Journal of Dairy Science. 2018. Vol. 101. Iss. 4. P. 3611–3629. https://doi.org/10.3168/jds.2017-13345
12. **Anastasiou, R.** Omics approaches to assessing the development of taste in cheese / R. Anastasiou [et al.] // Food Products. 2022. Vol. 11. Iss. 2. P. 188. https://doi.org/10.3390/foods11020188
13. **Свириденко, Г. М.** Молочные лактококки, как основной кислотообразующий компонент / Г. М. Свириденко, О. М. Шухалова // Молочная промышленность. 2019. № 4. С. 30–33. https://doi.org/10.31515/1019-8946-2019-4-30-33; https://elibrary.ru/zcaqkd
14. **Свириденко, Г. М.** Особенности подбора состава бактериальных заквасок для производства сыров с низкой температурой второго нагревания / Г. М. Свириденко, О. М. Шухалова // Сыроделие и маслоделие. 2020. №. 4. С. 22–25. https://doi.org/10.31515/2073-4018-2020-4-22-25; https://elibrary.ru/mbkcrf
15. **Fox, P. F.** Fundamentals of Cheese Science / P. F. Fox [et al.]. – Boston: Springer, 2017. P. 271.