

Оригинальная статья / Original article

УДК 637.3: 637.1

DOI: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-2-290-298>



## Влияние пробиотических культур и липолитических ферментов на свойства молочного продукта в разрабатываемой биотехнологии сыра

© Ю.Г. Стурова\*, А.В. Гришкова\*\*\*, В.В. Коньшин\*

\*Алтайский государственный технический университет,  
г. Барнаул, Российская Федерация

\*\*Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия,  
г. Барнаул, Российская Федерация

\*\*\*Алтайский государственный медицинский университет,  
г. Барнаул, Российская Федерация

**Резюме:** Целью работы являлась оценка влияния пробиотических микроорганизмов и прегастральной липазы на органолептические и биохимические показатели мягкого сыра, изготовленного из смеси молока и пахты. В ходе проведения исследований стояла задача выяснить, как температура и продолжительность выдержки при данной температуре влияют на рост и развитие лакто- и бифидобактерий, а также на их количество в готовом продукте. Для того чтобы повысить биологическую и пищевую ценность разрабатываемого мягкого сыра, в смесь для его производства ввели белково-углеводное сырье, богатое витаминами А, В<sub>12</sub>, Д, Е, фосфатидами и минеральными веществами. Введением в состав пахты удалось повысить биологическую ценность продукта и добиться получения более мягкой консистенции. Для улучшения вкуса сыра и получения требуемой консистенции применялся препарат прегастральной липазы, который широко используется в сыродельной промышленности при выработке различных сыров с высокой и низкой температурой второго нагревания. В результате направленного липолиза в готовом продукте накапливаются свободные жирные кислоты, диацилглицерины, играющие роль пластификаторов и влияющие на консистенцию и органолептические показатели сыра. Установлено, что при комбинировании пахты и молока в оптимальном соотношении, а также при внесении липазы получается продукт с наилучшими физико-химическими показателями и максимальной оценкой по органолептическим характеристикам. В присутствии пробиотической закваски (при наличии готового субстрата) начинается активный синтез ферментов, необходимых для полного цикла гидролиза молочного жира. Все это в итоге позволяет создать продукт функционального назначения.

**Ключевые слова:** функциональные продукты, прегастральные липазы, водорастворимые жирные кислоты, липолиз, органолептическая оценка сыра

**Благодарности:** Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки РФ (государственное задание № 075-00316-20-01 от 21.02.2020; мнемокод 0611-2020-013; номер темы FZMM-2020-0013).

**Для цитирования:** Стурова Ю.Г., Гришкова А.В., Коньшин В.В. Влияние пробиотических культур и липолитических ферментов на свойства молочного продукта в разрабатываемой биотехнологии сыра. Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т. 11. N 2. С. 290–298. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-2-290-298>

## The effect of probiotic crops and lipolytic enzymes on the properties of dairy products in the cheese biotechnology under development

Yuliay G. Sturova\*, Anastasiya V. Grishkova\*\*\*, Vadim V. Konshin\*

\*Altai State Technical University,  
Barnaul, Russian Federation

\*\*Siberian Research Institute of Cheese Making,  
Barnaul, Russian Federation

\*\*\*Altai State Medical University,  
Barnaul, Russian Federation

**Abstract:** This article aims to evaluate the influence of probiotic microorganisms and pregastric lipase on organoleptic and biochemical characteristics of soft cheese made from a mixture of milk and buttermilk. The study was designed to determine how the temperature and exposure at this temperature affect the growth and development of lactose and bifidobacteria, as well as their quantity in the finished product. In order to increase the biological and nutritional value of the developed soft cheese, protein-carbohydrate raw materials rich in vitamins A, B<sub>12</sub>, D, E, phosphate and minerals were introduced into the production mixture. The addition of buttermilk increased the biological value of the product and improved its consistency. The taste and consistency of cheese was improved by a pregastric lipase preparation, widely used in the cheese-making industry for production of various cheeses with high and low temperatures of the second heating. As a result of directed lipolysis, the finished product accumulates free fatty acids and diacylglycerols, acting as plasticizers and affecting the texture and organoleptic characteristics of the cheese. The results show that combining buttermilk and milk in an optimal ratio and addition of lipase produce a product with the best physicochemical parameters and a maximum evaluation of organoleptic characteristics. In the presence of a probiotic starter culture (provided there is a ready-made substrate), an active synthesis of enzymes necessary for the complete hydrolysis of milk fat begins. This all creates a functional product.

**Keywords:** functional products, pregastric lipases, water-soluble fatty acids, lipolysis, organoleptic evaluation of cheese

**Acknowledgement:** The work was carried out within the framework of the State task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (State task no. 075-00316-20-01 of 21.02.2020; mnemonic code 0611-2020-013; topic number FZMM-2020-0013).

**For citation:** Sturova Yu, Grishkova AV, Konshin VV. The effect of probiotic crops and lipolytic enzymes on the properties of dairy products in the cheese biotechnology under development. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2021;11 (2):290–298. (In Russian) <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-2-290-298>

## ВВЕДЕНИЕ

Проблема здорового образа жизни, в том числе рационального питания, является актуальной не только в нашей стране, но и во всем мире. У значительной части населения, согласно статистическим данным, рацион не соответствует принципам здорового питания из-за потребления пищевых продуктов, содержащих большое количество простых углеводов и жира животного происхождения, недостатка в меню овощей и фруктов, рыбы и морепродуктов, а также продуктов, обогащенных про- и пребиотиками. Неправильное питание провоцирует возникновение и развитие многих заболеваний, в первую очередь ожирения: увеличение массы тела приводит к нарушению белкового обмена, что в свою очередь является причиной многих недугов. С количеством и качеством еды непосредственно связан и сахарный диабет. Заболевания пищеварительной (язвенная болезнь, гастрит и др.) и сердечно-сосудистой (атеросклероз, гипертония, стенокардия) систем – прямое следствие неправильного питания [1, 2]. Нельзя забывать об авитаминозе, поскольку количество людей, страдающих недостатком витаминов, растет с каждым годом.

Кроме того, на состоянии здоровья населения всех возрастных групп сказывается все более ухудшающаяся экологическая обстановка. Такие масштабные экологические проблемы современного мира, как парниковый эффект и глобальное потепление, загрязнение воздуха, почвы и воды, истощение озонового слоя, перенаселение планеты и многие другие отражаются на функциониро-

вании всех органов и систем организма человека, вызывают интоксикацию, приводят к нарушению репродуктивной функции. Данные статистики говорят о том, что растет число детей с генетическими отклонениями, происходит «омоложение» онкологических заболеваний [3, 4].

Нужно отметить, что сегодня люди стали осознавать роль пищи в своей жизни и понимать, что правильная еда помогает поддерживать здоровье и продлевает жизнь. И здесь очень важна просветительская работа среди различных групп населения.

Важной задачей в области здорового питания, которую нужно решать на государственном уровне, является развитие пищевой отрасли в направлении производства функциональных, диетических и лечебно-профилактических продуктов питания. Достижение максимально возможного уровня полноценности и гарантированной безопасности – главный принцип создания функционального продукта питания.

Мы как научно-исследовательская группа и представители пищевой отрасли промышленности (сыроделие) можем внести свой вклад в разработку качественных продуктов питания для населения.

Сыр – один из наиболее предпочитаемых населением и полезных молочных продуктов. На его производство направляется значительная часть молока-сырья. В последние годы проводится множество исследований по разработке новых технологий мягких сыров, которые не сложно внедрить практически на любое сыродельное предприятие. Это позволит расширить

ассортимент продуктов и приведет к увеличению эффективности производства.

Разработка новых технологий производства мягких сыров позволит наладить выпуск лечебно-профилактических продуктов, продуктов с повышенной биологической ценностью для массового, детского и школьного питания с учетом климатических зон, экологической обстановки, особенностей трудовой деятельности и состояния здоровья [5]. По данным Росстата, болезни органов пищеварения находятся на четвертом месте. Нормальная микрофлора желудочно-кишечного тракта оказывает большое влияние на функционирование различных органов и систем за счет метаболитов, биологически активных веществ, ферментов, витаминов и других соединений, образующихся в процессе жизнедеятельности [5, 6].

Здоровая микрофлора кишечника – это самое главное для поддержания здоровья всего организма человека, поскольку именно в кишечнике формируется иммунитет, усваиваются полезные вещества. Чтобы кишечник функционировал нормально, необходимы лактобактерии, бифидобактерии и пребиотики. Бифидобактерии участвуют в переваривании белков и жиров, синтезе и всасывании витаминов, синтезе иммуноглобулинов, что является важным фактором формирования общего иммунного статуса человека, стимулируют перистальтику кишечника [1, 3]. Продуцирование лактобактериями собственных антибиотиков приводит к подавлению гнилостных условно-патогенных микроорганизмов и возбудителей острых кишечных инфекций [7].

Поэтому мы считаем, что производство комбинированных мягких сыров, обогащенных бифидобактериями, является актуальной задачей.

Применение при производстве сыра пробиотических бактерий в составе заквасочной микрофлоры позволяет создать функциональный пищевой продукт лечебно-профилактического назначения.

Для улучшения органолептических характеристик продукта и интенсификации процесса созревания в сыроделии применяют липолитические ферментные препараты, в частности, прегастральные липазы [8, 9].

Липаза – синтезируемый организмом млекопитающих водорастворимый фермент, который участвует в гидролизе липидов и фракционировании нейтральных жиров. Вместе с желчью липаза стимулирует переваривание жиров, жирных кислот, жирорастворимых витаминов А, Е, D, К.

В сыроделии липаза применяется для сокращения сроков созревания сыров, придания им определенных органолептических показателей [8]. Прегастральная липаза телят способствует созданию деликатного и мягкого пикантного аромата; липаза козлят - острого,пряного аромат, стойкого, слегка пряного; липаза овец - сильного аромата средней пряности [10–12].

Следует отметить, что липолиз происходит во всех сырах. Для интенсификации процесса распада жиров осуществляется подбор штаммов заквасочной микрофлоры с высокой липолитической активностью. Однако из-за низкой активности липолитических ферментов микроорганизмов их использование недостаточно эффективно. Добавление липазы в молочную смесь до внесения бактериальной закваски позволяет запустить процесс липолиза, обеспечить ее микрофлору субстратом, способствующим быстрому росту бактерий [12]. Бактериальная закваска при наличии готового субстрата начинает активно синтезировать ферменты, необходимые для полного цикла превращения молочного жира в процессе выработки и созревания сыров, а также формирования их структуры, вкуса и аромата [13, 14].

Важно отметить, что глубина липолиза в твердых и мягких сырах различна. В мягких сырах гидролиз жира протекает более интенсивно, в твердых – слабее [10].

Целью данной работы являлись разработка технологии и исследование мягкого сыра, обогащенного пробиотическими микроорганизмами, отличительной чертой которого является то, что продукт изготовлен из смеси молока и пахты с добавлением прегастральной липазы.

#### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

В качестве сырья для экспериментов использовалось сырое молоко и пахта. Сырье по органолептическим и физико-химическим показателям исследовалось в соответствии с нормативно-технической документацией:

– ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»;

– ГОСТ 31449-2013 «Молоко коровье сырое. Технические условия»;

– ГОСТ Р 53513-2009 «Пахта и напитки на ее основе. Технические условия».

Определение и подсчет пробиотических микроорганизмов выполнялся в соответствии с ГОСТ 56139-2014 «Продукты пищевые специализированные и функциональные. Методы определения и подсчета микроорганизмов».

Определение активности липазы проводили по модифицированному методу Ота, Ямада, основанному на титровании щелочью жирных кислот, образующихся под действием липазы при использовании в качестве субстрата молока.

За единицу ферментативной активности липазы принимали такое количество фермента, которое освобождает 21 мкмоль жирных кислот из молока при рН 6,7 и температуре 37 °С в течение 1 ч.

Липазную активность фермента ЛА (в ед/г) определяли по формуле:

$$ЛА = \frac{A \times T \times 50}{B},$$

где ЛА – липолитическая активность, ед/г; А – разность между результатами титрования опытной и контрольной проб, см<sup>3</sup>; Т – титр щелочи; В – концентрация образца ферментного раствора, г/см<sup>3</sup>.

Определение числа водорастворимых и органически растворимых летучих жирных кислот в сыре проводили по методу В. Аристовой и А. Карышевой [15].

### ОБСУЖДЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

*Первый этап проведения исследований.* Для достижения поставленной цели было выбрано два способа изготовления сыра, предназначенного для исследования:

1) получение сырного зерна термокислотным способом, охлаждение зерна с сывороткой до температуры 50 °С, внесение закваски и выдержка при данной температуре 30 мин (образец № 1), 1 ч (образец № 2) и 1,5 ч (образец № 3);

2) получение сырного зерна термокислотным способом, выдержка при температуре 85±5 °С в течение 1,5 ч, охлаждение до 50 °С и внесение закваски, предварительно активированной в небольшом количестве молока (образец № 4).

Для начала исследований было взято натуральное коровье молоко, имеющее следующие параметры: кислотность – 17°Т; массовая доля жира – 3,89%; массовая доля белка – 3,11%; сухой обезжиренный молочный остаток (СОМО) – 8,82%.

Для свертывания молока применяли закваску АСТ-10 ТМ («АлтаЛакт», Россия), имеющую в составе следующие культуры в количестве:

- *Streptococcus thermophilus* – 1·10<sup>10</sup> КОЕ/г;
- *Bifidobacterium lactis* – 1·10<sup>8</sup> КОЕ/г;
- *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* – 1·10<sup>8</sup> КОЕ/г;
- *Lactobacillus acidophilus* – 1·10<sup>8</sup> КОЕ/г;
- *Lactobacillus casei* – 1·10<sup>8</sup> КОЕ/г.

Для получения мягкого сыра термокислотным способом молоко нагревали до 96 °С и медленно добавляли лимонную кислоту 10%-й концентрации в количестве 100 мл/л. Далее применяли режимы, указанные выше.

Органолептические свойства полученных образцов оценивали по балльной системе, результаты представлены в табл. 1.

Из приведенных данных можно заключить, что массовая доля влаги у полученных образцов не соответствует массовой доле влаги для категории мягких сыров – не менее 67% (см. табл. 2). Кроме того, при хранении в условиях холодильника (температура от 4 до 6 °С) образцы имели тенденцию к быстрой потере влаги: за семь дней хранения во всех образцах обнаружена потеря влаги более чем на 10%. Вследствие этого исследуемые продукты приобрели крошливую консистенцию. Других признаков порчи обнаружено не было.

Прежде чем перейти к дальнейшим исследованиям, необходимо было выяснить, как температура и продолжительность выдержки при 50 и 85 °С влияют на рост и развитие бифидобактерий, их содержание в готовом продукте и формирование необходимого вкуса и аромата сыра. Оптимальной для данного вида бактерий является температура от 35 до 37 °С (температура тела человека), а критической – 50 °С, соответственно, выдержка при температуре 85 °С была исключена.

Анализ на содержание в исследуемых образцах бифидобактерий проводили методом культивирования микроорганизмов на микробиологической питательной среде и дальнейшем микроскопировании. Результаты микроскопирования показали, что максимальное количество бифидобактерий присутствовало в образце № 3 (рис. 1) и составило 21·10<sup>6</sup>, что соответствует требованиям ГОСТ 52349–2005 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные», в соответствии с которым содержание пробиотической микрофлоры как функционального пищевого ингредиента в сыре должно быть не менее 10<sup>6</sup> КОЕ/г. Поэтому важно, чтобы количество пробиотических микроорганизмов в разрабатываемом продукте соответствовало данному требованию. В образцах № 1 и № 2 количество бифидобактерий было несколько ниже — 9·10<sup>6</sup> и 11·10<sup>6</sup> соответственно. В образце № 4 обнаружено незначительное количество клеток бифидобактерий – 12·10<sup>4</sup>, по этой причине данный образец не может быть отнесен к функциональным пищевым продуктам.

Таблица 1. Органолептическая оценка полученных образцов

Table 1. Organoleptic evaluation of the obtained samples

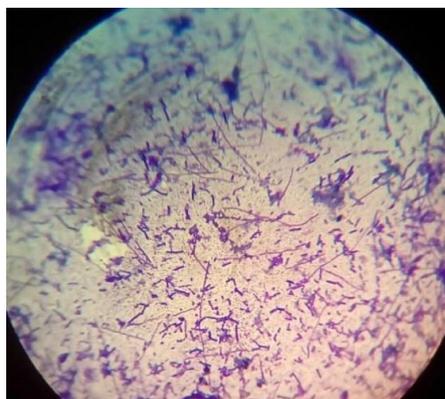
Номер образца	Органолептические показатели, балл					
	Вкус и запах	Консистенция	Цвет	Рисунок	Внешний вид	Упаковка
1	15	7	5	5	5	5
2	17	6	5	5	5	5
3	18	6	5	5	5	5
4	16	5	3	5	5	5

Примечание. За внешний вид и упаковку выставлен высший балл, так как исследуемые образцы не подвергались упаковке и маркировке.

**Таблица 2.** Массовая доля влаги образцов сыра

**Table 2.** Mass fraction of moisture in cheese samples

Номер образца	Массовая доля влаги, % (после выработки сыра)
1	65±1
2	63±1
3	62±1
4	52±1



**Рис. 1.** Микроскопический препарат образца № 3

**Fig. 1.** Microscopic preparation of sample no. 3

На втором этапе исследований решался вопрос связности консистенции, снижения калорийности продукта и увеличения его витаминного и аминокислотного состава. Для дальнейшей работы был выбран образец № 3. В качестве исходного сырья была использована смесь, состоящая из пахты и молока [16, 17]. Основные показатели исходного сырья для составления смеси представлены в табл. 3.

**Таблица 3.** Физико-химические показатели исходного сырья

**Table 3.** Physical and chemical parameters of the feedstock

Показатель	Молоко	Пахта
Кислотность, °Т	20±1	26±1
Массовая доля жира, %	4,0±0,5	0,6±0,1
Массовая доля белка, %	3,2±0,5	2,4±0,2
Содержание СОМО, %	8,5±0,5	7,8±0,5

Для исследования были составлены смеси молока и пахты в соотношении соответственно 50 : 50 и 70 : 30. Физико-химические показатели полученных смесей представлены в табл. 4.

**Таблица 4.** Физико-химические показатели смеси

**Table 4.** Physical and chemical parameters of the mixture

Показатель	Смесь 50 : 50	Смесь 70 : 30
Кислотность, °Т	25±1	25±1
Массовая доля жира, %	2,5±0,5	2,6±0,1
Массовая доля белка, %	2,8±0,5	3,1±0,2
Содержание СОМО, %	8,2±0,5	8,8±0,5

Таким образом, было получено два образца с выдержкой при температуре 50 °С в течение одного часа: образец 1 – смесь 50 : 50, и образец 2 – смесь 70 : 30. Изменение консистенции стало заметно уже при изготовлении: было получено более мягкое творожистое зерно.

По результатам общей органолептической оценки образец 1 получил 41 балл, из них: 15 – за вкус и запах (балл снижен из-за наличия постороннего запаха – запах пахты), 6 – за консистенцию, по 5 – за цвет, рисунок, внешний вид и упаковку. Кроме того, из-за большого количества пахты существенно снизился выход продукта. Образец 2 получил 48 баллов, из них: 20 – за вкус и запах, 8 – за консистенцию, по 5 баллов – за цвет, рисунок, внешний вид и упаковку. Таким образом, введением в состав пахты удалось добиться получения более мягкой консистенции, однако получить полную связность сырной массы не удалось.

Поэтому для дальнейших исследований был выбран образец 2.

Третий этап проведения исследований. Для придания выбранному образцу сыра желаемой консистенции (нежной, однородной, слегка мажущейся) было решено добавить к продукту липазу [18, 19]. С целью выбора вида данного фермента были проведены исследования активности прегастральных липаз – телячьей, ягнчьей и козьей. Полученные данные представлены на рис. 2.

Из представленных на рис. 2 графиков очевидно, что наибольшую активность имеет телячья липаза. Кроме того, ее использование в разрабатываемом нами виде сыра не придало готовому продукту перечного пряного аромата [13, 20]. Поэтому для дальнейшего исследования была взята именно телячья липаза. Было получено (по одинаковой технологии) два образца: с применением липазы (опыт) и без (контроль), в которых определяли содержание летучих жирных кислот непосредственно после выработки и через семь суток. В табл. 5 приведены результаты измерений в ходе созревания сыра числа органически и водорастворимых летучих жирных кислот

**Таблица 5.** Результаты измерений числа водорастворимых летучих жирных кислот в образцах сыра

**Table 5.** Number of water-soluble volatile fatty acids in cheese samples

Образец сыра	Число водорастворимых летучих жирных кислот, мг%.	
	после выработки	через семь суток
Опыт	4,1±0,5	18,7±1
Контроль	3,3±0,5	12,5±1

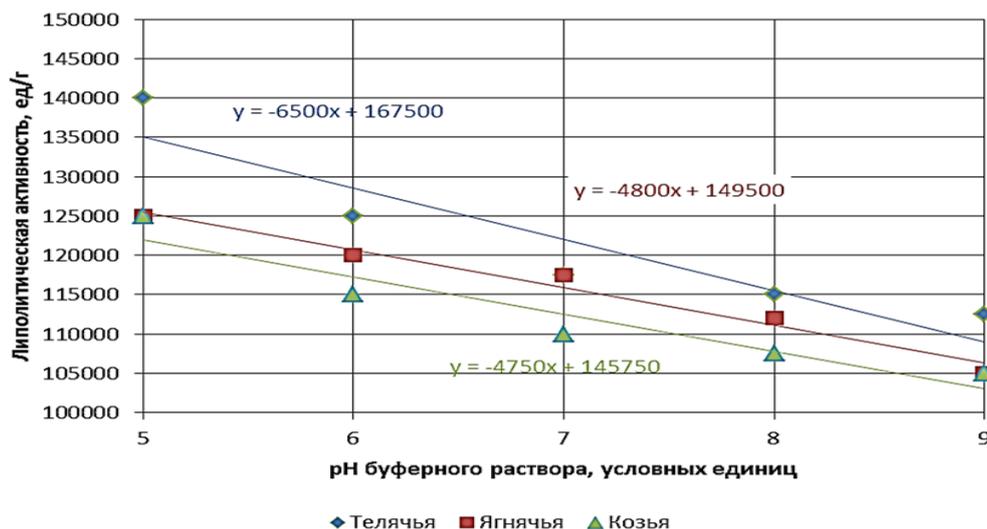


Рис. 2. Зависимость уровня липолитической активности препаратов липаз от уровня активной кислотности раствора по модифицированному методу Ота, Ямада

Fig. 2. Relationship between the lipolytic activity level of lipase preparations and the active acidity of the solution according to the modified method of Ota, Yamada

По результатам исследований видно, что в опытном образце сыра содержание водорастворимых летучих жирных кислот выше: на 20% – после выработки, на 33% – спустя семь суток.

Следует отметить, что для формирования заданных органолептических свойств у разрабатываемого продукта, а именно, приобретения им карамельного вкуса и запаха, важную роль играет протекание реакции Майяра или меланоидинообразования. Реакция происходит при взаимодействии аминокрупп белков и аминокислот с карбонильными группами углеводов. Это окислительно-восстановительный процесс с образованием различных промежуточных продуктов – меланоидинов, влияющих на вкус и цвет продукта. Скорость и глубина реакции зависит от разных факторов, в частности, от температуры и pH. В результате чего в сыре формируется лактуло-

за – изомер лактозы, или молочного сахара. Лактулоза в настоящее время является признанным бифидус-фактором, то есть стимулирует рост бифидобактерий – основной микрофлоры кишечника, благодаря чему широко используется во многих странах мира как профилактическое и терапевтическое средство при ряде заболеваний, особенно в случае формирования дисбиотических явлений [6, 7]. Результаты органолептической оценки опытного и контрольного сыров представлены в табл. 6.

Как видно из табл. 6, опытный образец сыра получил высшие баллы. Мягкий сыр, разработанный нами из смеси молока и пахты, имеет карамельный сливочный вкус. Такой вкус продукт приобрел благодаря мальтолу, образуемому в результате реакции Майяра. Аромат у сыра приятный сырный с привкусом топления.

Таблица 6. Органолептическая оценка образцов сыра

Table 6. Organoleptic evaluation of cheese samples

Образец сыра	Органолептические показатели, балл				
	Вкус и запах	Консистенция	Цвет	Рисунок	Внешний вид
Опыт	20	10	5	5	5
Контроль	18	8	5	5	5

Примечание. За внешний вид и упаковку выставлен высший балл, так как исследуемые образцы не подвергались упаковке и маркировке.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученный мягкий сыр, разработанный согласно рецептуре с использованием различных вносимых компонентов, по своим органолептическим, физико-химическим и микробиологическим характеристикам имеет уникальные показатели. Благодаря применению

липазы удалось получить нежную, мягкую консистенцию, позволяющую легко намазывать продукт. Сыр можно использовать в качестве добавки в различные блюда и закуски. По содержанию пробиотических культур микроорганизмов разработанный продукт можно отнести к функциональным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бегунова А.В., Рожкова И.В., Зверева Е.А., Глазунова О.А., Федорова Т.В. Молочнокислые и пропионовокислые бактерии: формирование сообщества для получения функциональных продуктов с бифидогенными и гипотензивными свойствами // Прикладная биохимия и микробиология. 2019. Т. 55. № 6. С. 566–577. <http://doi.org/10.1134/S0555109919060047>
2. Кожевникова Е.Н., Усенко Д.В., Николаева С.В., Елезова Л.И. Продукты с пробиотиками – важное составляющее функционального питания // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2012. Т. 91. № 4. С. 72–78.
3. Кайбышева В.О., Никонов Е.Л. Пробиотики с позиции доказательной медицины // Доказательная гастроэнтерология. 2019. Т. 8. № 3. С. 45–54. <http://doi.org/10.17116/dokgastro2019803145>
4. Усенко Д.В., Горелев А.В., Логорелова О.А. Новые горизонты применения пробиотиков // Инфекционные болезни. 2006. Т. 4. № 4. С. 57–61.
5. Стурова Ю.Г., Кашина Е.Д. Применение пробиотической закваски в биотехнологии мягкого сыра // Молочная промышленность. 2020. № 10. С. 49–51. <http://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-10-49-51>
6. Шиповская Е.А., Евелева В.В., Черпалова Т.М. Исследование биосинтетической активности молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* при сбраживании лактозы молочной сыворотки // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9. № 4. С. 635–642. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-4-635-642>
7. Функ И.А., Иркитова А.Н. Биотехнологический потенциал бифидобактерий // Acta Biologica Sibirica. 2016. Т. 2. № 4. С. 67–79.
8. Белов А.Н., Кригер А.В., Коваль А.Д., Миклишанский В.А. Формирование органолептических показателей сыров и управление процессом созревания // Сыроделие и маслоделие. 2018. № 4. С. 36–38.
9. Стурова Ю.Г., Гришкова А.В., Мелешкина Л.Е. Влияние прегастральных липаз на качество сыра и содержание в нем жирных кислот // Сыроделие и маслоделие. 2020. № 1. С. 16–19. <http://doi.org/10.31515/2073-4018-2020-1-16-19>
10. Кригер А.В., Белов А.Н., Коваль А.Д. Интенсификация процесса созревания сыров и улучшение их качества // Сыроделие и маслоделие. 2019. № 4. С. 24–26.
11. Коваль А.Д., Белов А.Н., Гришкова А.В., Миронова А.В., Пушепьев В.А. Разработка новых технологий: 2. Роль липолитических ферментов в созревании твердого сыра с высокой температурой второго нагревания // Сыроделие и маслоделие. 2020. № 5. С. 6–8. <http://doi.org/10.31515/2073-4018-2020-5-6-8>
12. Пат. № 2346450, Российская Федерация. Способ производства сыра / А.Н. Белов, Е.А. Авданина, В.В. Ельчанинов, А.Д. Коваль; патентообладатель ГНУ СибНИИС СО РАСХН; заявл. 13.06.2007; опубл. 20.02.2009. Бюл. № 5.
13. Тырсин Ю.А., Шеламова С.А. Механизмы гидролиза, синтеза и переэтерификации в пищевой биотехнологии: монография. Воронеж: Научная книга, 2012. 124 с.
14. Jaeger K., Eggert T. Lipases for biotechnology // Current Opinion in Biotechnology. 2002. Vol. 13. Issue 4. P. 390–397. [http://doi.org/10.1016/s0958-1669\(02\)00341-5](http://doi.org/10.1016/s0958-1669(02)00341-5)
15. Инихов Г.С., Брио Н.П. Методы анализа молока и молочных продуктов. Москва: Пищевая промышленность, 1971. 423 с.
16. Вышемирский Ф.А., Ожгихина Н.Н. Пахта: минимум калорий – максимум биологической ценности // Молочная промышленность. 2011. № 9. С. 54–56.
17. Степанов К.М., Дармаева Г.Г., Ханхалдаева С.Г.-Д. Васильев С.С. Безотходная переработка молочного сырья // Молочная промышленность. 2020. № 2. С. 43–45. <http://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-02-43-44>
18. Щёктова А.В., Хамагаева И.С., Цыренов В.Ж., Дарбакова Н.В., Хазагаева С.Н. Исследование процессов биотехнологической обработки коллагенсодержащего сырья для создания функциональных продуктов питания // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. Т. 9. № 2. С. 250–259. <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-2-250-259>
19. Борисова А.В., Будникова Ю.В., Поликарпова К.В. Подбор ферментной системы для получения ферментно-модифицированной сырной пасты // Вестник КрасГАУ. 2018. № 6 (141). С. 167–171.
20. Самойлова Ю.В., Сорокина К.Н., Пилигев А.В., Пармон В.Н. Применение бактериальных термостабильных липолитических ферментов в современных биотехнологических процессах обзор // Катализ в промышленности. 2018. № 6. С. 61–73. <http://doi.org/10.18412/1816-0387-2018-6-61-73>

REFERENCES

1. Begunova AV, Rozhkova IV, Zvereva EA, Glazunova OA, Fedorova TV. Lactic and propionic acid bacteria for creating combined starters and obtaining functional dairy fermented products with bifidogenic and hypotensive properties. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya = Applied Biochemistry and Microbiology*. 2019;55(6):566–577. (In Russian) <http://doi.org/10.1134/S0555109919060047>
2. Kozhevnikova EN, Usenko DV, Nikovleva SV, Elezova LI. Products with probiotics – an important component of functional nutrition. *Pediatriia. Zhurnal im. G.N. Speranskogo*. 2012;91(4):72–78. (In Russian)
3. Kaibysheva VO, Nikonov EL. Probiotics from

the standpoint of evidence-based medicine. *Dokazatel'naya gastroenterologiya = Russian Journal of Evidence-based gastroenterology*. 2019;8(3):45–54. (In Russian) <http://doi.org/10.17116/dokgastro2019.803145>

4. Usenko DV, Gorelov AV, Pogorelova OA. New horizons for using probiotics. *Infektsionnye bolezni = Infectious Diseases*. 2006;4(4):57–61. (In Russian)

5. Sturova YuG, Kashina ED. The use of probiotic starter culture in the developed biotechnology of soft cheese. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy Industry*. 2020;10:49–51. (In Russian) <https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-10-49-51>

6. Shipovskaya EA, Eveleva VV, Cherpalova TM. Biosynthetic activity study of *Lactobacillus acidophilus* lactic acid bacteria in the lactose fermentation of whey. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2019;9(4):635–642. (In English) <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-4-635-642>

7. Funk IA, Irkitova AN. Biotechnological potential of bifidobacteria. *Acta Biologica Sibirica*. 2016;2(4):67–79. (In Russian)

8. Belov AN, Krieger AV, Koval' AD, Miklishansky VA. Formation the organoleptic properties of cheeses and control of cheese ripening process. *Syrodelie i maslodolie*. 2018;4:36–38. (In Russian)

9. Sturova YuG, Grishkova AV, Meleshkina LE. Effect of pregastric lipases on the quality of cheese and the content of fatty acids in the product. *Syrodelie i maslodolie*. 2020;1:16–19. (In Russian) <http://doi.org/10.31515/2073-4018-2020-1-16-19>

10. Kriger AV, Belov AN, Koval' AD. Intensification of the cheese ripening process and improvement of cheese quality. *Syrodelie i maslodolie*. 2019;4:24–26. (In Russian)

11. Koval' AD, Belov AN, Grishkova AV., Mironova AV, Pushkarev VA. Development of new technologies: 2. The role of lipolytic enzymes in the maturation of hard cheese with a high second heating temperature. *Syrodelie i maslodolie*. 2020;5:6-8. (In Russian)

<http://doi.org/10.31515/2073-4018-2020-5-6-8>

12. Belov AN, Avdonina EA, Yelchaninov VV, Koval AD. Cheese preparation method. Patent RF, no. 2346450; 2007. (In Russian)

13. Tyrsin YuA, Shelamova SA. *Mechanisms of hydrolysis, synthesis and transesterification in food biotechnology*. Voronezh: Nauchnaya kniga; 2012. 124 p. (In Russian)

14. Jaeger K, Eggert T. Lipases for biotechnology. *Current Opinion in Biotechnology*. 2002;13(4):390–397. [http://doi.org/10.1016/s0958-1669\(02\)00341-5](http://doi.org/10.1016/s0958-1669(02)00341-5)

15. Inikhov GS, Brio NP. *Methods of analysis of milk and dairy products*. Moscow: Pishchevaya promyshlennost'. 1971. 423 p. (In Russian)

16. Vyshemirsky FA, Ozhgikhina NN. Buttermilk: minimum of calories – maximum of biological value. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy Industry*. 2011;9:54–56. (In Russian)

17. Stepanov KM, Darmaeva GG, Hanhaldaeva SG-D, Vasiliev SS. Wasteless processing of the milk raw materials. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy Industry*. 2020;2:43–45. (In Russian) <http://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-02-43-44>

18. Shchekotova AV, Khamagaeva IS, Tsyrenov VZ, Darbakova NV, Khazagaeva SN. Biotechnological processing procedures of collagen-containing raw materials for creation of functional foods. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya = Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2019;9(2):250–259. (In English) <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2019-9-2-250-259>

19. Borisova AV, Budnikova YuV, Polikarpova KV. The selection of enzyme system for the production of enzyme-modified cheese paste. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*. 2018;6:167–171. (In Russian)

20. Samoilova YuV, Sorokina KN, Piligaev AV, Parmon VN. Application of thermostable lipolytic bacterial enzymes for modern biotechnological processes: review. *Kataliz v promyshlennosti = Catalysis in Industry*. 2018;6:61-73. (In Russian) <http://doi.org/10.18412/1816-0387-2018-6-61-73>

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

##### **Стурова Юлия Геннадьевна,**

к.т.н., доцент кафедры технологии продуктов питания, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46, Российская Федерация, ✉ e-mail: [y\\_sturova@mail.ru](mailto:y_sturova@mail.ru)

##### **Гришкова Анастасия Викторовна,**

к.т.н., доцент, старший научный сотрудник лаборатории биохимии молока и молочных продуктов, Сибирский научно-исследовательский

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

##### **Yuliya G. Sturova,**

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Departments of Food Technology, Altai State Technical University, 46, Lenin Ave, Barnaul, 656038, Russian Federation, ✉ e-mail: [y\\_sturova@mail.ru](mailto:y_sturova@mail.ru)

##### **Anastasiya V. Grishkova,**

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor, Senior Researcher, Laboratory of Milk Biochemistry and Dairy Products,

институт сыроделия,  
656016, г. Барнаул, ул. Советской армии, 66,  
Российская Федерация;  
доцент кафедры биологии, гистологии,  
эмбриологии и цитологии,  
Алтайский государственный медицинский  
университет,  
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 40,  
Российская Федерация,  
e-mail: anastasiya-kriger@yandex.ru

**Коньшин Вадим Владимирович,**  
д.х.н., доцент, заведующий кафедрой  
химической технологии,  
Алтайский государственный технический  
университет им. И.И. Ползунова,  
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46,  
Российская Федерация,  
e-mail: vadandral@mail.ru

***Заявленный вклад авторов***

Все авторы сделали эквивалентный вклад  
в подготовку публикации.

***Конфликт интересов***

Авторы заявляют об отсутствии конфликта  
интересов.

*Все авторы прочитали и одобрили оконча-  
тельный вариант рукописи.*

*Поступила в редакцию 25.03.2021.  
Одобрена после рецензирования 22.05.2021.  
Принята к публикации 31.05.2021.*

Siberian Research Institute of Cheese Making,  
66, Sovetskoi Armii St., Barnaul, 656016,  
Russian Federation;  
Associate Professor,  
Department of Biology, Histology, Embryology  
and Cytology,  
Altai State Medical University,  
40, Lenin Ave, Barnaul, 656038,  
Russian Federation,  
e-mail: anastasiya-kriger@yandex.ru

**Vadim V. Konshin,**  
Dr. Sci. (Chemistry), Associate Professor,  
Head of the Department of Chemical Technology,  
Altai State Technical University,  
46, Lenin Ave, Barnaul, 656038,  
Russian Federation,  
e-mail: vadandral@mail.ru

***Contribution of the authors***

The authors contributed equally to this article.

***Conflict interests***

The authors declare no conflict of interests re-  
garding the publication of this article.

*The final manuscript has been read and approved  
by all the co-authors.*

*The article was submitted 25.03.2021.  
Approved after reviewing 22.05.2021.  
Accepted for publication 31.05.2021.*