

IRSTI: 65.63.03

K.Zh. TLEUOVA^{1*}, A.U. SHINGISOV¹, Zh.R. YELEMANOVA¹, M.A. TURALIYEVA¹,
A.T. YERMEKBAYEVA¹, A.M. YESIMOVA¹, A.D. DAUYLBAY¹, A.K. TULEKBAEVA¹,
S.S. VETOKHIN²

¹South Kazakhstan university named after Mukhtar Auezov, Shymkent, Kazakhstan

²Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

*e-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru

INCREASING THE BIOLOGICAL VALUE OF YOGURT BY ENRICHING IT WITH VEGETABLE EXTRACT

doi:10.53729/MV-AS.2025.03.12

Abstract

In the context of growing interest in functional foods with high biological value and preventive properties, special attention is paid to the integration of plant extracts in the production of fermented dairy products. This study examines the effect of phytocomponents on the organoleptic, microbiological, and antimicrobial characteristics of a probiotic product based on a mixture of mare's and cow's milk. The used extract, which contains hawthorn fruits, sage, oregano, thyme, basil, and cloves, is a source of polyphenols, organic acids, vitamins, and minerals.

Keywords: lactic acid bacteria consortium, fermented product, mare's milk, cow's milk, plant additives.

Modern trends in the food industry are aimed at creating functional products with high biological value and health-promoting potential [1]. One of the promising areas is the introduction of plant extracts into the technology of fermented milk products [2].

Herbal extracts are complex multi-component systems that contain a wide range of biologically active substances, such as polyphenols, flavonoids, organic acids, vitamins, minerals, essential oils, and other phytochemical compounds. Each of these groups of substances has pronounced biological activity and can have a positive effect on human health [3,4].

Polyphenolic compounds and flavonoids, which are widely present in various plants, have a powerful antioxidant effect, neutralizing free radicals and preventing oxidative damage to cells, which is crucial for the prevention of chronic diseases, including cardiovascular and oncological pathologies. Organic acids, such as malic, citric, and acetic acids, not only contribute to improving the organoleptic characteristics of products, but also play a role in stabilizing the intestinal microbiota by inhibiting the growth of pathogenic microorganisms [5].

The vitamins and minerals found in the extracts have a general strengthening and regulatory effect on metabolic processes. The essential oils, on the other hand, have a pronounced antiseptic and antimicrobial effect, effectively inhibiting the growth of various bacteria, yeasts, and mold. Due to these properties, plant extracts are considered not only as functional ingredients, but also as potential natural preservatives that can extend the shelf life of food products, including fermented milk products [6].

Thus, the use of plant extracts in the food industry, especially in the production of functional fermented milk products, opens up prospects for creating products with increased biological value and prolonged microbiological stability without the use of synthetic additives.

Adding plant extracts (pomegranate, rosehip, sea buckthorn, green tea, basil, garlic, turmeric, etc.) to yogurts, kefir, acidophilus, and other fermented milk products not only improves their organoleptic properties and increases their shelf life due to their antimicrobial effect, but also gives them functional properties aimed at preventing diseases of the cardiovascular, digestive, and immune systems.

In addition, some plant components have a positive effect on the growth and metabolism of lactic acid bacteria, promoting increased production of metabolites (lactic acid, bacteriocins),

which can increase the antagonistic activity of the starter microflora. Thus, plant extracts are considered not only as auxiliary components, but also as prebiotics or synbiotics that enhance the probiotic properties of the product [7].

As a result of our previous work, we developed an effective probiotic consortium of lactic acid bacteria in an optimal ratio of 1:5:1, which includes the strains *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* 8, *Lacticaseibacillus paracasei* 3-2, and *Acetobacter oryzoeni*. The consortium demonstrated a high degree of biocompatibility and stable co-cultivation, accompanied by pronounced antagonistic activity against a number of opportunistic pathogens.

In addition, it was shown that the use of a mixture of mare's and cow's milk as a substrate contributed to the formation of a fermented product with improved organoleptic properties, a balanced nutritional composition, and increased microbiological safety. The use of probiotic cultures had a positive effect on the antioxidant and antimicrobial activity of the resulting product, making it a promising component for functional and specialized nutrition [8].

Previously, we analyzed the mineral composition of an extract containing hawthorn fruits, sage, oregano, thyme, basil, and cloves, with the aim of using it as a functional additive in the production of fermented milk products [9]. Almost all plant extracts are a valuable source of macro- and microelements, the content of which in combined samples of dairy raw materials, with the exception of calcium, is insignificant. The introduction of plant extracts into dairy raw materials contributes to their mineral enrichment and, consequently, allows for the production of fermented milk products with increased biological value.

Materials and methods of research

The study used a consortium based on the cultures *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* 8, *Lacticaseibacillus paracasei* 3-2, and *Acetobacter oryzoeni*, which were selected based on their antagonistic activity.

Sterilized milk (0.5 atm, 15-20 minutes) was used to cultivate the microorganisms in the consortium. This milk was a mixture of mare's milk and cow's milk in a ratio of 30% and 70%, respectively.

To enhance the organoleptic characteristics and improve the biological value of the fermented milk product, an alcohol extract containing hawthorn fruits, sage, oregano, thyme, basil, and cloves was used. The extract was added to the consortium at concentrations of 1%, 2%, and 3%.

Meat-peptone agar was used in the determination of antagonistic activity for the cultivation of bacterial tests: peptone -5.0 g/l, meat extract -3.0 g/l, and bacteriological agar -15.0 g/l) and potato-dextrose agar (potato extract -4.0 g/l, dextrose -20.0 g/l, and agar -15.0 g/l).

Antagonistic activity was evaluated in relation to two of the most common bacterial pathogens of foodborne infections in humans — *Salmonella enteritidis* NT and *Staphylococcus aureus* 16 — using a delayed antagonism method based on the diffusion of lactic acid bacteria metabolites in agar.

Titration acidity was determined according to Turner (in Turner degrees, °T), which is a classic method widely used in microbiology and the food industry to quantify the acidity of products. This method is suitable for determining the titrated acidity of milk, whey, kefir, yogurt, and other fermented dairy products.

Results and discussion

After 18 hours of consortium cultivation with different extract concentrations at a temperature of 40°C, the following parameters were determined: pH, titrated acidity, concentration of viable cells (titer) (Table 1), and the antagonistic activity of the consortium with additives (Table 2, Figure 1).

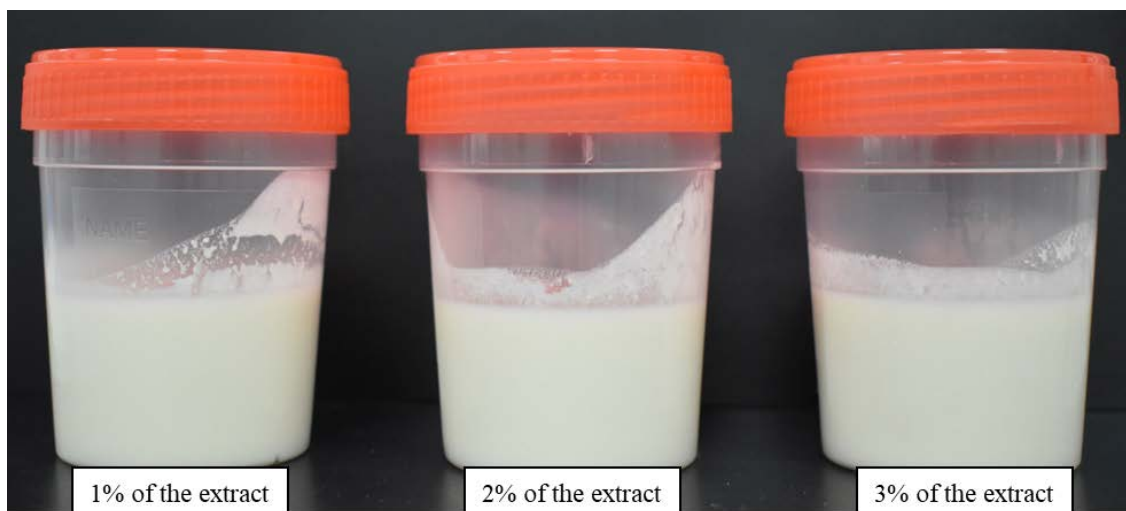


Figure 1 – Consortium with extracts

Table 1 - pH and titrated acidity of the consortium's extracts

Variants	pH	Titrated acidity (°T)		Cell titer, CFU/ml	Organoleptic parameters	
					Taste	Smell
1% of the extract	4,52±0,02	93±1		3,4x10 ⁷	Soft, yogurt-like flavor	Pleasant
2% of the extract	4,46±0,01	92±1		5x10 ⁸	Soft, yogurt-like flavor	Pleasant
3% of the extract	4,48±0,02	105±1		8x10 ⁸	Soft, yogurt-flavored, slightly sour	Pleasant

During the experiment, it was found that all three variants of the lactic acid microbial consortium did not show significant visual differences in the appearance and consistency of the fermented product after 18 hours of cultivation at a temperature of 40 °C. However, subsequent laboratory analysis revealed significant differences in key parameters such as the level of titrated acidity and the concentration of viable cells (titer, CFU/ml).

Table 2 - Antibacterial activity of the consortium with additives

№	Variants	<i>Salmonella enteritidis</i> NT	<i>Staphylococcus aureus</i> 16
1	1% of the extract	15,2±0,3	-
2	2% of the extract	14,5±0,5	-
3	3% of the extract	13±0,7	-

According to the results of the antagonistic activity assessment, it was found that the fermented product based on a mixture of mare's and cow's milk, enriched with a plant extract, demonstrates stable antimicrobial activity against the opportunistic pathogen *Salmonella enteritidis* NT. The diameters of the pathogen growth inhibition zones ranged from 13.0 to 15.2 mm, depending on the concentration of the extract, indicating that the pronounced antagonistic potential remains even after the fermentation process is complete (Figure 2).

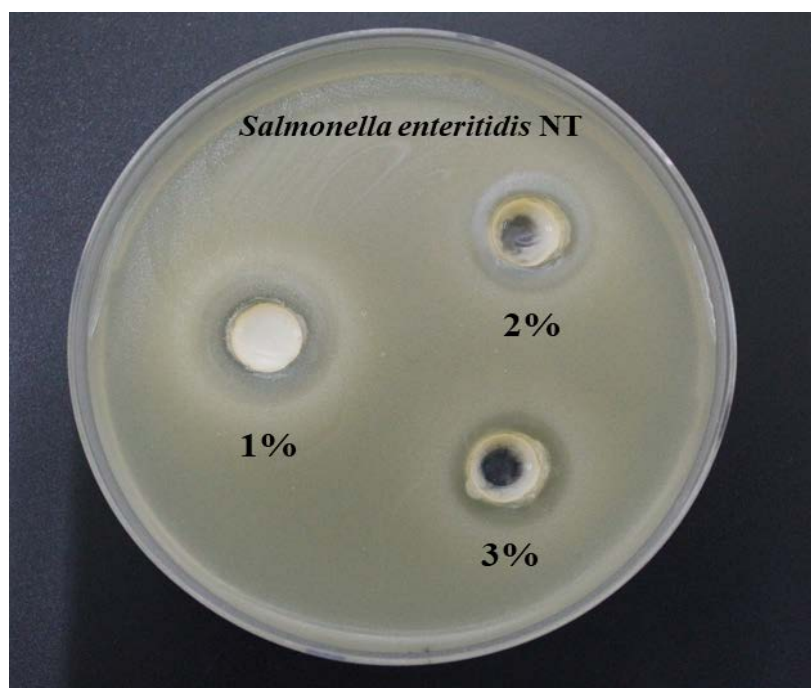


Figure 2 – Suppression of bacterial growth by a consortium with extracts of different concentrations

Conclusion

The data obtained indicate that, despite the similar organoleptic and macroscopic characteristics of all samples, the biochemical activity of the microorganisms in the consortium varied significantly depending on the concentration of the added plant extract. These differences indicate the metabolic sensitivity of the consortium components to the functional additive, which manifests itself in the enhancement or weakening of acidogenesis and cell proliferation processes. Based on the experimental data obtained, the optimal option for further research and practical application was determined as a consortium with the addition of a plant extract at a concentration of 3%. It was this option that demonstrated the highest values of cell titer (8×10^8 CFU/ml), moderately pronounced acidity (105 ± 1 °T) and stable antimicrobial activity against *Salmonella enteritidis* NT (inhibition zone – 13 mm), while maintaining favorable organoleptic properties. Thus, an extract concentration of 3% was found to be the most effective for obtaining a functional fermented milk product with optimal microbiological characteristics.

These results confirm the effectiveness of the developed consortium of lactic acid bacteria and the expediency of using plant additives not only as a source of biologically active substances, but also as factors that enhance the probiotic properties of the product, including its antimicrobial effect.

References:

1. Starovoitova, O.V., & Borisova, S.V. (2024). Development of functional food products. *Èkonomika i Upravlenie: Problemy, Rešeniâ*, 12/8(153), 20–26. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.12.08.003>.
2. Vicentini, A., Liberatore, L., & Mastrocola, D. (2016). Functional foods: trends and development of the global market. *Italian Journal of Food Science*, 28(2), 338–351. <https://doi.org/10.14674/1120-1770/IJFS.V211>.
3. Majeed, T., & Bhat, N.A. (2022). Health benefits of plant extracts (pp. 269–294). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822475-5.00013-2>
4. Andallu, B., & Sathya, S. (2014). Phytochemicals in diet and human health with special reference to polyphenols. <https://oaji.net/articles/2015/2347-1441292471.pdf>.

5. Ng, C.X., Affendi, M.M., Chong, P.P., & Lee, S.H. (2022). The Potential of Plant-Derived Extracts and Compounds to Augment Anticancer Effects of Chemotherapeutic Drugs. *Nutrition and Cancer*, 74(9), 3058–3076. <https://doi.org/10.1080/01635581.2022.2069274>
6. Noshirvani, N. (2024). Essential Oils as Natural Food Preservatives: Special Emphasis on Antimicrobial and Antioxidant Activities. *Journal of Food Quality*, 2024(1). <https://doi.org/10.1155/jfq/5807281>
7. Lactic acid bacteria and bacteriocins as biopreservatives (pp. 147–162). (2022). Elsevier eBooks. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85700-0.00012-5>
8. Tleuova, K., SHingisov, A., Elemanova, ZH., Turalieva, M., Tulekbaeva, A., & Vetohin, S. (2025). Sozdanie zakvaski na osnove kobylyego i korov'ego moloka. *Mikrobiologiya zhəne virusologiya*, 1(48), 227–240. <https://doi.org/10.53729/MV-AS.2025.01.14>
9. Tleuova, K., SHingisov, A., Vetohin, S., Tulekbaeva, A., & Usenova ZH.N. (2021). Vybór rastitel'nykh ekstraktov dlya obogashcheniya neobhodimymi mineral'nymi elementami kombinirovannogo molochnogo syr'ya. *Vestnik nauki yuzhnogo Kazakhstana*, 3(15), 78-83. [file:///C:/Users/User/Downloads/%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20\(%E2%84%963%202021\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20(%E2%84%963%202021)%20(1).pdf)

К.Ж. ТЛЕУОВА^{1*}, А.У. ШИНГИСОВ¹, Ж.Р. ЕЛЕМАНОВА¹, М.А. ТУРАЛИЕВА¹,
А.Т. ЕРМЕКБАЕВА¹, А.М. ЕСИМОВА¹, А.Д. ДАУЫЛБАЙ¹, А.К. ТУЛЕКБАЕВА¹,
С.С. ВЕТОХИН²

¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

²Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті, Минск, Беларусь

*e-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru

ӨСІМДІК СЫҒЫНДЫСЫМЕН БАЙЫТУ АРҚЫЛЫ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМІНІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН АРТТЫРУ

Түйін

Биологиялық құндылығы жоғары және профилактикалық қасиеттері бар функционалды тағамдарға деген қызығушылықтың артуына байланысты өсімдік сығындыларын ашытылған сүт өнімдерін өндіру технологиясына енгізуге ерекше назар аударылуда. Бұл жұмыста бие мен сиыр сүтінің қоспасынан алынған пробиотикалық өнімнің органолептикалық, микробиологиялық және микробқа қарсы сипаттамаларына фитокомпоненттердің әсерін зерттелді. Құрамында долана жемістері, шалфей, орегано, тимьян, насыбайгүл және қалампыр бар пайдаланылған сығынды полифенолдардың, органикалық қышқылдардың, дәрумендер мен минералдардың көзі болып табылады.

Кілтті сөздер: сүтқышқылды бактерияларының консорциумы, ашытылған өнім, бие сүті, сиыр сүті, өсімдік қоспалары.

МРНТИ: 65.63.03

К.Ж. ТЛЕУОВА^{1*}, А.У. ШИНГИСОВ¹, Ж.Р. ЕЛЕМАНОВА¹, М.А. ТУРАЛИЕВА¹,
А.Т. ЕРМЕКБАЕВА¹, А.М. ЕСИМОВА¹, А.Д. ДАУЫЛБАЙ¹, А.К. ТУЛЕКБАЕВА¹,
С.С. ВЕТОХИН²

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

²Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

*e-mail: kalamkas-tleuova@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА ЗА СЧЁТ ОБОГАЩЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫМ ЭКСТРАКТОМ

doi:10.53729/MV-AS.2025.03.12

Аннотация

В условиях растущего интереса к функциональным продуктам питания, обладающим высокой биологической ценностью и профилактическими свойствами, особое внимание уделяется интеграции растительных экстрактов в технологии производства кисломолочных изделий. В настоящем исследовании изучено влияние фитокомпонентов на органолептические, микробиологические и антимикробные характеристики пробиотического продукта, полученного на основе смеси кобыльего и коровьего молока. Исползованный экстракт, содержащий плоды боярышника, шалфей, душицу, чабрец, базилик и гвоздику, является источником полифенолов, органических кислот, витаминов и минеральных веществ.

Ключевые слова: консорциум молочнокислых бактерий, ферментированный продукт, кобылье молоко, коровье молоко, растительные добавки.

Современные тенденции в пищевой промышленности направлены на создание функциональных продуктов с высокой биологической ценностью и оздоровительным потенциалом [1]. Одним из перспективных направлений является внедрение растительных экстрактов в технологию производства кисломолочных продуктов [2].

Растительные экстракты представляют собой сложные многокомпонентные системы, содержащие широкий спектр биологически активных веществ, таких как полифенолы, флавоноиды, органические кислоты, витамины, минеральные элементы, эфирные масла и другие фитохимические соединения. Каждая из этих групп веществ обладает выраженной биологической активностью и способна оказывать положительное влияние на здоровье человека [3,4].

Полифенольные соединения и флавоноиды, широко представленные в различных растениях, обладают мощным антиоксидантным действием, нейтрализуя свободные радикалы и предотвращая окислительное повреждение клеток, что имеет ключевое значение в профилактике хронических заболеваний, включая сердечно-сосудистые и онкологические патологии. Органические кислоты, такие как яблочная, лимонная и уксусная, не только способствуют улучшению органолептических характеристик продуктов, но и участвуют в стабилизации микробиоты кишечника, подавляя рост патогенных микроорганизмов [5].

Витамины и минеральные вещества, входящие в состав экстрактов, оказывают общеукрепляющее и регулирующее влияние на обменные процессы. Эфирные масла, в свою очередь, обладают выраженным антисептическим и противомикробным действием, эффективно ингибируя рост различных бактерий, дрожжей и плесневых грибов. Благодаря этим свойствам, растительные экстракты рассматриваются не только как функциональные ингредиенты, но и как потенциальные природные консерванты, способные продлевать срок хранения пищевых продуктов, в том числе и кисломолочной продукции [6].

Таким образом, использование растительных экстрактов в пищевой промышленности, особенно при производстве функциональных кисломолочных

продуктов, открывает перспективы для создания продуктов с повышенной биологической ценностью и пролонгированной микробиологической стабильностью без применения синтетических добавок.

Добавление экстрактов из растений (граната, шиповника, облепихи, зелёного чая, базилика, чеснока, куркумы и др.) в состав йогуртов, кефира, ацидофилина и других кисломолочных продуктов позволяет не только улучшить органолептические свойства и повысить срок хранения за счёт антимикробного эффекта, но и придать им функциональные свойства, направленные на профилактику заболеваний сердечно-сосудистой, пищеварительной и иммунной систем.

Кроме того, некоторые растительные компоненты положительно влияют на рост и метаболизм молочнокислых бактерий, способствуя усиленной продукции метаболитов (молочной кислоты, бактериоцинов), что может повысить антагонистическую активность заквасочной микрофлоры. Таким образом, растительные экстракты рассматриваются не только как вспомогательные компоненты, но и как пребиотики или синбиотики, усиливающие пробиотические свойства продукта [7].

В результате ранее проведённой нами работы был разработан эффективный пробиотический консорциум молочнокислых бактерий, сформированный в оптимальном соотношении 1:5:1 и включающий штаммы *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 8, *Lacticaseibacillus paracasei* 3-2 и *Acetobacter oryzoeni*. Консорциум продемонстрировал высокую степень биосовместимости и стабильное совместное культивирование, сопровождавшееся выраженной антагонистической активностью в отношении ряда условно-патогенных микроорганизмов.

Дополнительно было показано, что использование в качестве субстрата смеси кобыльего и коровьего молока способствовало формированию ферментированного продукта с улучшенными органолептическими показателями, сбалансированным пищевым составом и повышенной микробиологической безопасностью. Применение пробиотических культур оказало положительное влияние на антиоксидантную и антимикробную активность полученного продукта, что позволяет рассматривать его как перспективный компонент для функционального и специализированного питания [8].

Ранее нами был проведён анализ минерального состава экстракта, включающего плоды боярышника, шалфей, душицу, чабрец, базилик и гвоздику, с целью его последующего использования в качестве функциональной добавки при производстве кисломолочного продукта [9]. Почти все растительные экстракты являются ценным источником макро- и микроэлементов, содержание которых в комбинированных образцах молочного сырья, за исключением кальция, незначительно. Введение растительных экстрактов в состав молочного сырья способствует его минеральному обогащению и, соответственно, позволяет получать кисломолочные продукты с повышенной биологической ценностью.

Материалы и методы исследования

В работе был использован консорциум, созданный на основе культур, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 8, *Lacticaseibacillus paracasei* 3-2 и *Acetobacter oryzoeni*, которые отобраны на основании показателя антагонистической активности.

Для культивирования микроорганизмов, входящих в состав консорциума, использовали стерилизованное молоко (0,5 атм, 15-20 минут), представляющее собой смесь кобыльего и коровьего молока в соотношении 30% и 70%, соответственно.

Для повышения органолептических характеристик и улучшения биологической ценности кисломолочного продукта использовали спиртовой экстракт, включающий плоды боярышника, шалфей, душицу, чабрец, базилик и гвоздику. Экстракт вносили в консорциум в концентрациях 1%, 2% и 3%.

Мясо-пептонный агар использовали в определении антагонистической активности для культивирования бактериальных тестов: пептон -5,0 г/л, мясной экстракт -3,0 г/л,

бактериологический агар -15,0 г/л) и картофельно-декстрозный агар (картофельный экстракт – 4,0 г/л, декстроза – 20,0 г/л, агар – 15,0 г/л).

Антагонистическая активность оценивалась по отношению к двум наиболее распространённым бактериальным возбудителям пищевых инфекций у человека — *Salmonella enteritidis* NT и *Staphylococcus aureus* 16 — с применением метода отсроченного антагонизма, основанного на диффузии метаболитов молочнокислых бактерий в агар.

Титруемую кислотность определяли по Тёрнеру (в градусах Тернера, °Т) — это классическая методика, широко применяемая в микробиологии и пищевой промышленности, для количественной оценки кислотности продуктов. Этот метод приемлем для определения титруемой кислотности молока, сыворотки, кефира, йогурта и других кисломолочных продуктов.

Результаты и обсуждение

После 18-часового культивирования консорциума с разными концентрациями экстракта, при температуре 40°C, определяли следующие показатели: pH, титруемую кислотность, концентрацию жизнеспособных клеток (титр) (таблица 1), а также антагонистическую активность консорциума с добавками (таблица 2, рисунок 1).



Рисунок 1 – Консорциум с экстрактами

Таблица 1 - pH и титруемая кислотность вариантов консорциума с экстрактами

Варианты	pH	Титруемая кислотность (°Т)	Титр клеток, КОЕ/мл	Органолептические показатели	
				Вкус	Запах
1% экстракта	4,52±0,02	93±1	3,4x10 ⁷	Мягкий, вкус йогурта	Приятный
2% экстракта	4,46±0,01	92±1	5x10 ⁸	Мягкий, вкус йогурта	Приятный
3% экстракта	4,48±0,02	105±1	8x10 ⁸	Мягкий, вкус йогурта, с кислинкой	Приятный

В ходе проведённого эксперимента было установлено, что все три варианта консорциума молочнокислых микроорганизмов после завершения 18-часового культивирования при температуре 40°C не демонстрировали выраженных визуальных различий по внешнему виду и консистенции ферментированного продукта. Однако при последующем лабораторном анализе были зафиксированы достоверные отличия по таким

ключевым параметрам, как уровень титруемой кислотности и концентрация жизнеспособных клеток (титр, КОЕ/мл).

Таблица 2 - Антибактериальная активность консорциума с добавками

№	Варианты	<i>Salmonella enteritidis</i> NT	<i>Staphylococcus aureus</i> 16
1	1% экстракта	15,2±0,3	-
2	2% экстракта	14,5±0,5	-
3	3% экстракта	13±0,7	-

По результатам оценки антагонистической активности установлено, что ферментированный продукт на основе смеси кобыльего и коровьего молока, обогащённый растительным экстрактом, демонстрирует устойчивую антимикробную активность в отношении условно-патогенного микроорганизма *Salmonella enteritidis* NT. Диаметры зон подавления роста патогена варьировали в пределах от 13,0 до 15,2 мм в зависимости от концентрации экстракта, что свидетельствует о сохранении выраженного антагонистического потенциала даже после завершения процесса ферментации (рисунок 2).

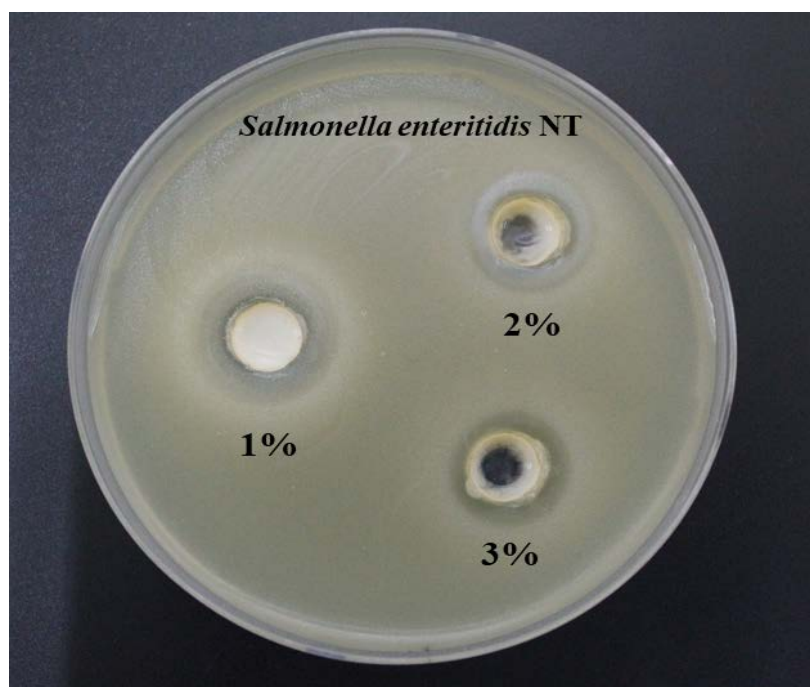


Рисунок 2 – Подавление роста бактериальных тестов консорциумом с экстрактом разной концентрации

Заключение

Полученные данные свидетельствуют о том, что несмотря на схожие органолептические и макроскопические характеристики всех образцов, биохимическая активность микроорганизмов, входящих в состав консорциума, существенно варьировалась в зависимости от концентрации добавленного растительного экстракта. Эти различия указывают на метаболическую чувствительность компонентов консорциума к функциональной добавке, что проявляется в усилении или ослаблении процессов кислотогенеза и клеточной пролиферации. Основываясь на полученных экспериментальных данных, оптимальным вариантом для дальнейших исследований и практического применения был определён консорциум с добавлением растительного экстракта в концентрации 3%. Именно данный вариант демонстрировал наивысшие значения титра клеток (8×10^8 КОЕ/мл), умеренно выраженную кислотность ($105 \pm 1^\circ\text{T}$) и устойчивую антимикробную активность против *Salmonella enteritidis* NT (зона

ингибирования – 13 мм), при сохранении благоприятных органолептических свойств. Таким образом, концентрация экстракта на уровне 3% была признана наиболее эффективной для получения функционального кисломолочного продукта с оптимальными микробиологическими характеристиками.

Данные результаты подтверждают эффективность разработанного консорциума молочнокислых бактерий и целесообразность использования растительных добавок не только как источника биологически активных веществ, но и как факторов, усиливающих пробиотические свойства продукта, в том числе его антимикробное действие.

Литература:

1. Starovoitova, O.V., & Borisova, S.V. (2024). Development of functional food products. *Ekonomika i Upravlenie: Problemy, Rešeniâ*, 12/8(153), 20–26. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.12.08.003>.
2. Vicentini, A., Liberatore, L., & Mastrocola, D. (2016). Functional foods: trends and development of the global market. *Italian Journal of Food Science*, 28(2), 338–351. <https://doi.org/10.14674/1120-1770/IJFS.V211>.
3. Majeed, T., & Bhat, N.A. (2022). Health benefits of plant extracts (pp. 269–294). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-822475-5.00013-2>
4. Andallu, B., & Sathya, S. (2014). Phytochemicals in diet and human health with special reference to polyphenols. <https://oaji.net/articles/2015/2347-1441292471.pdf>
5. Ng, C.X., Affendi, M.M., Chong, P.P., & Lee, S.H. (2022). The Potential of Plant-Derived Extracts and Compounds to Augment Anticancer Effects of Chemotherapeutic Drugs. *Nutrition and Cancer*, 74(9), 3058–3076. <https://doi.org/10.1080/01635581.2022.2069274>
6. Noshirvani, N. (2024). Essential Oils as Natural Food Preservatives: Special Emphasis on Antimicrobial and Antioxidant Activities. *Journal of Food Quality*, 2024(1). <https://doi.org/10.1155/jfq/5807281>
7. Lactic acid bacteria and bacteriocins as biopreservatives (pp. 147–162). (2022). Elsevier eBooks. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85700-0.00012-5>
8. Тлеуова, К., Шингисов, А., Елеманова, Ж., Туралиева, М., Тулекбаева, А., & Ветохин, С. (2025). Создание закваски на основе кобыльего и коровьего молока. *Микробиология және вирусология*, 1(48), 227–240. <https://doi.org/10.53729/MV-AS.2025.01.14>
9. Тлеуова, К., Шингисов, А., Ветохин, С., Тулекбаева, А., & Усенова Ж.Н. (2021). Выбор растительных экстрактов для обогащения необходимыми минеральными элементами комбинированного молочного сырья. *Вестник науки южного Казахстана*, 3(15), 78-83. [file:///C:/Users/User/Downloads/%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20\(%E2%84%963%202021\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%92%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20(%E2%84%963%202021)%20(1).pdf)