Зәуреш Тұрсынханқызы Смағұлова – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, «Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты» ЖШС Семей филиалы, Қазақстан Республикасы, Семей қ.; e-mail: zaure665@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2676-8208.

Камиль Юрьевич Дербышев – Ветеринария ғылымдарының магистрі, Шәкәрім университеті, Қазақстан Республикасы, Семей қ.; e-mail: kamil.derbyshev@mail.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6308-020X.

Сведения об авторах

Гульжамал Ергалиевна Сыдыкова* – кандидат биологических наук, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан, г. Семей; e-mail: s.gulzhamal65@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0917-1917.

Зауреш Турсынхановна Смагулова – магистр естественных наук, Семейский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан, г. Семей; e-mail: zaure665@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2676-8208.

Камиль Юрьевич Дербышев – магистр ветеринарных наук, Шәкәрім университет, Республика Казахстан, г. Семей; e-mail: kamil.derbyshev@mail.kz. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6308-020X.

Information about the authors

Gulzhamal Ergalievna Sydykova* – candidate of biological sciences, Semey branch of LLP «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry», Republic of Kazakhstan, Semey; e-mail: s.gulzhamal65@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0917-1917.

Zauresh Tursynkhanovna Smagulova – Master of Natural Sciences, Semey branch of LLP «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry», Republic of Kazakhstan, Semey; e-mail: zaure665@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-2676-8208.

Kamil Yurievich Derbyshev – Master of Veterinary Sciences, Shakarim University, Republic of Kazakhstan, Semey; e-mail: kamil.derbyshev@mail.kz. ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-6308-020X.

Редакцияға енуі 01.06.2026
Өңдеуден кейін түсуі 03.07.2026
Жариялауға қабылданды 17.08.2026

https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-3(23)-51

МРНТИ:62:99.29

А.Е. Татищева, **Ф.Ғ. Сағымбек***
[1]Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,
050010, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8
*e-mail: fakosya.ru@mail.ru

МОЛОЧНОКИСЛЫЕ БАКТЕРИИ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ И ИХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Аннотация: *Традиционные молочные продукты на протяжении длительного времени являлись основным источником молочнокислых бактерий (МКБ), однако современные тенденции развития пищевой биотехнологии, включая создание безлактозных и функциональных продуктов питания, обусловливают необходимость поиска альтернативных растительных источников этих микроорганизмов. Целью настоящего литературного обзора является обобщение современных научных данных о молочнокислых бактериях, ассоциированных с проростками пшеницы, анализ их биотехнологического потенциала, а также рассмотрение опубликованных методов их выделения и молекулярной идентификации. На основании анализа литературных источников рассмотрены особенности эндофитных молочнокислых бактерий родов Lactobacillus, Pediococcus и Weissella, обитающих в тканях пшеницы, а также их роль в процессах ферментации растительного сырья. Показано, что проростки пшеницы на ранней стадии развития (1-3 см) рассматриваются многими исследователями как перспективный объект для изучения эндофитных МКБ благодаря высокой*

©А.Е. Татищева, Ф.Ғ. Сағымбек, 2026

метаболической активности микроорганизмов и низкому уровню поверхностной контаминации. Обобщены сведения о способности описанных в литературе штаммов синтезировать биоактивные соединения, проявлять антиоксидантные и антимикробные свойства, а также повышать функциональную ценность зерновых продуктов. Сделан вывод о перспективности использования эндофитных молочнокислых бактерий проростков пшеницы при разработке функциональных продуктов питания нового поколения, технологий биоконсервации и новых растительных заквасок.

Ключевые слова: *молочнокислые бактерии; эндофиты; пшеница; проростки; биоконсервация.*

Введение

Молочнокислые бактерии (МКБ) представляют собой уникальную группу грамположительных, неспорообразующих микроорганизмов, играющих ключевую роль в мировой пищевой биотехнологии. Их ценность обусловлена способностью ферментировать углеводы с образованием молочной кислоты, а также синтезировать широкий спектр бактериоцинов, экзополисахаридов и витаминов, повышающих биологическую ценность продуктов [1-3].

В условиях глобального тренда на расширение линейки plant-based продуктов и рост числа потребителей с непереносимостью лактозы, поиск немолочных источников МКБ стал приоритетным направлением [4]. Долгое время считалось, что растительные субстраты содержат лишь случайную эпифитную микрофлору. Однако работы Minervini F. и соавт. доказали, что МКБ являются полноценными эндофитами пшеницы, присутствуя в тканях растения на всех этапах его жизненного цикла – от зерна до созревающего колоса [5]. Попадание микроорганизмов во внутренние ткани хозяина осуществляется преимущественно путем вертикального переноса от родительского растения через семена, а также посредством горизонтальной колонизации через корневую систему, устьица или гидатоды в процессе вегетации.

Ферментация цельнозерновых субстратов признана эффективным инструментом улучшения нутритивного профиля и биодоступности минеральных веществ, что подтверждается системными исследованиями Poutanen K. и соавт. [6].

Процесс прорастания зерна выступает мощным триггером, активирующим «спящие» эндофитные штаммы. В покоящемся сухом зерне эндофитная микрофлора часто находится в жизнеспособном, но некультивируемом состоянии (viable but non-culturable, VBNC). В этот период в зерне активируются ферментативные системы, увеличивается доступность простых сахаров и аминокислот, что выводит МКБ из состояния VBNC-анабиоза и создает оптимальную среду для колонизации тканей молочнокислыми бактериями [7,8]. Проростки пшеницы на ранней стадии развития (1-3 см) представляют особый интерес для выделения штаммов с уникальным биотехнологическим потенциалом [9].

Обсуждение

Молочнокислые бактерии характеризуются широкой экологической пластичностью. Если в классических исследованиях технологии традиционных заквасок основной акцент ставился на разнообразии МКБ, среди которых доминируют представители родов *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* и *Weissella* [10], то современные изыскания все чаще смещают фокус на растительные источники. Экспериментально доказано, что штаммы, изолированные из ферментированной пшеницы, сочетают в себе ценные технологические свойства с выраженной антагонистической активностью в отношении патогенных микроорганизмов [11].

Исследования последних лет принципиально изменили подход к поиску молочнокислых бактерий, подтвердив существование эндофитных популяций *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lacticaseibacillus casei* и *Pediococcus acidilactici* непосредственно внутри тканей пшеницы [5, 12].

Генетическое разнообразие этих видов, как отмечает Siezen R.J., напрямую зависит от их экологической ниши, что делает растительные эндофиты уникальным генетическим ресурсом [13].

Эффективность выделения таких штаммов обеспечивается строгим соблюдением протоколов поверхностной стерилизации (использование этанола и гипохлорита натрия), что

позволяет полностью исключить эпифитную (поверхностную) микрофлору [5, 12]. Последующая гомогенизация тканей и посев на оптимизированный MRS-агар создают условия для выхода бактерий из состояния покоя [14]. Для верификации результатов сегодня недостаточно только фенотипического описания; необходим филогенетический анализ с секвенированием 16S рРНК и применение методов RAPD-ПЦР для оценки внутривидовой вариабельности [12, 14]. При этом обязательным этапом скрининга выделенных изолятов (особенно представителей родов *Pediococcus* и *Weissella*, отдельные виды которых классифицируются как условные патогены) является оценка их биобезопасности. Перед промышленным внедрением штаммы должны быть проверены на отсутствие генов антибиотикорезистентности и гемолитической активности.

Анализ литературных данных показывает, что большинство исследователей используют сходную последовательность этапов выделения и идентификации эндофитных молочнокислых бактерий (табл. 1).

Таблица 1 – Основные этапы выделения и идентификации эндофитных молочнокислых бактерий по данным литературных источников

Наименование этапа	Технологические параметры и условия	Цель и ожидаемый результат	Источник
Подготовка сырья	Отбор проростков пшеницы длиной 1-3 см.	Обеспечение пиковой метаболической активности эндофитной микрофлоры.	[1, 7, 15]
Поверхностная стерилизация	Последовательная обработка 70% этанолом C_2H_5OH и 1-3% гипохлоритом натрия (NaOCl).	Удаление эпифитной (поверхностной) микрофлоры зерна для предотвращения контаминации образцов.	[2, 5]
Контроль стерильности	Посев последней промывочной воды на селективные и дифференциально-диагностические среды.	Подтверждение эффективности стерилизации поверхности и эндофитного происхождения будущих изолятов.	[12]
Гомогенизация	Механическое измельчение тканей в 0,85% растворе NaCl.	Высвобождение бактериальных клеток из тканей проростка.	[14]
Культивирование	Посев на селективный MRS-агар, инкубация при 37°C (48–72 ч).	Получение изолированных колоний молочнокислых бактерий.	[14, 16]
Идентификация	Микроскопия, секвенирование 16S рРНК, RAPD-ПЦР анализ.	Верификация видовой принадлежности и оценка генетического разнообразия штаммов.	[2, 4, 14]

Особое значение имеет стадия прорастания зерна. Активация ферментативных систем в этот период обеспечивает гидролиз крахмала до простых сахаров, служащих идеальным субстратом для МКБ [7]. Проращивание в сочетании с последующей ферментацией приводит к синергетическому эффекту:

- Синтез метаболитов: Штаммы *L. plantarum* при ферментации проростков пшеницы синтезируют уникальные антиоксиданты – 2-метоксибензохинон и 2,6 – диметоксибензохинон [17].
- Биодоступность: повышается усвояемость нутриентов и общая антиоксидантная стабильность продукта [16, 18].

Согласно данным Zhang J. и соавт., именно синергия процессов проращивания и последующей ферментации обеспечивает максимальный прирост антиоксидантной емкости и накопление свободных фенольных соединений в зерновом сырье [19].

Согласно опубликованным исследованиям, выделенные эндофитные штаммы обладают (особенно виды *Lactiplantibacillus plantarum* и *Pediococcus* spp.) обладают колоссальным потенциалом для «зеленой» химии и пищевой индустрии. Они позволяют:

1. Создавать безлактозные ферментированные напитки [4].
2. Снижать аллергенность пшеничных продуктов (глютеновую нагрузку) [8].

3. Обеспечивать биоконсервацию зерна, подавляя рост опасных грибов рода *Fusarium*, а также синтезировать широкий спектр антибактериальных метаболитов, эффективно действующих против патогенной микрофлоры [3 ,20].

Основные характеристики штаммов, описанных в литературе, и их потенциальное применение систематизированы в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика и биотехнологический потенциал эндофитных МКБ пшеницы

Вид МКБ	Источник / Стадия выделения	Ключевые свойства и метаболиты	Биотехнологическое значение	Источник
Lactiplantibacillus plantarum	Проростки пшеницы (1-3 см)	Синтез 2-метоксибензохинона, высокая антиоксидантная активность	Создание функциональных продуктов, онкопротекторные свойства	[16, 17, 19]
Pediococcus acidilactici	Эндофитные ткани зерна	Пробиотический потенциал, устойчивость к стрессу	Разработка безлактозных напитков, пробиотики	[4,13]
Lacticaseibacillus casei	Проростки пшеницы	Ферментация сложных углеводов, стабилизация липидов	Улучшение текстуры и срока хранения хлебобулочных изделий	[6,13]
Leuconostoc mesenteroides	Ферментиро-ванная пшеница	Синтез экзополисахаридов (ЭПС), антагонизм к патогенам	Биоконсервация, подавление грибов рода *Fusarium*	[11, 20]
Weissella spp.	Ткани злаков	Продукция органических кислот	Снижение аллергенности (глютеновой нагрузки)	[8, 10]

На основании глубокого анализа литературных данных, потенциал эндофитной микрофлоры отдельных структур зерна до сих пор остается недооцененным в промышленном масштабе. Несмотря на обилие работ по цельнозерновой ферментации, именно проростки пшеницы длиной 1-3 см должны стать фокусом будущих исследований.

Преимущество этой стадии заключается в биологическом синергизме: именно в этот короткий промежуток времени эндофиты успешно переходят из состояния VBNC в фазу активного логарифмического роста, а ткани проростка максимально насыщены легкоусвояемыми нутриентами. Это способствует выделению штаммов, которые уже «запрограммированы» на работу с растительным сырьем, что делает их гораздо более эффективными для производства безлактозных йогуртов или напитков, чем штаммы, адаптированные к молоку. Соблюдение жестких критериев отбора штаммов по факторам отсутствия трансмиссивных генов устойчивости к антибиотикам гарантирует микробиологическую безопасность готовых функциональных продуктов.

Кроме того, перспективным направлением является разработка комбинированных стартовых культур, состоящих исключительно из эндофитных микроорганизмов одного и того же растения. Это обеспечит высокую стабильность ферментации и позволит сохранить аутентичный биохимический профиль зерновых продуктов, минимизируя вмешательство чужеродных микроорганизмов.

Заключение

Анализ литературных данных свидетельствует о том, что пшеница является перспективным источником эндофитных молочнокислых бактерий, обладающих ценными биотехнологическими свойствами. Описанные в научных публикациях методы выделения и молекулярной идентификации позволяют эффективно обнаруживать и характеризовать эндофитные штаммы, ассоциированные с растительными тканями.

Согласно данным литературы, проростки пшеницы длиной 1-3 см рассматриваются как наиболее перспективный объект для изучения эндофитных МКБ благодаря высокой метаболической активности микроорганизмов и относительно низкому уровню поверхностной контаминации. Штаммы, описанные в опубликованных исследованиях, обладают выраженной

антиоксидантной и антимикробной активностью, а также демонстрируют высокий потенциал для применения в пищевой биотехнологии.

Таким образом, результаты анализа современной научной литературы подтверждают перспективность использования эндофитных молочнокислых бактерий проростков пшеницы при разработке функциональных продуктов питания, технологий биоконсервации и инновационных растительных заквасок.

Список литературы

1. Identification, safety assessment and probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from wheat / W. Gao et al // Int. J. Food Microbiol. – 2025. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2025.111436.
2. Fermented germinated whole wheat as a functional food ingredient / L.M. Beltrán-Barrientos et al // Food Chemistry. – 2021. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128756.
3. Antifungal activities of L. plantarum / A. Laitila et al // J. Appl. Microbiol. – 2002 – vol. 93, № 1. – P. 1-9.
4. Screening and characterization of lactic acid bacteria for functional fermented products / К.Ж. Тлеуова и др. // Микробиология және вирусология. – 2026. – № 1. – С. 10-18.
5. Lactic acid bacteria in durum wheat / F. Minervini et al // Appl. Environ. Microbiol. – 2015. – vol. 81, № 19. – P. 6736-6748. https://doi.org/10.1128/AEM.01852-15.
6. Sourdough and cereal fermentation in a whole grain diet / K. Poutanen et al // Food Microbiol. – 2009. – vol. 26, № 7. – P. 693-699.
7. Абугалиева А.И. Биохимические изменения зерна пшеницы при проращивании / А.И. Абугалиева, Т.В. Савин // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2020. – № 4. – С. 52-58.
8. Sourdough lactobacilli and celiac disease / M. Gobbetti et al // Food Microbiol. – 2014. – vol. 37. – P. 78-85.
9. Кенжебаева С.С. Особенности биохимического состава зародыша пшеницы / С.С. Кенжебаева // Пищевая технология и сервис. – 2019. – № 2. – С. 18-24.
10. Пономарева О.И. Молочнокислые бактерии в технологии производства кислых элей / О.И. Пономарева, Е.В. Борисова, И.П. Прохорчик // Вестник Международной академии холода. – 2018. – № 2. – С. 61-70.
11. Выделение молочнокислых бактерий, антагонистически активных против возбудителей порчи хлеба / А.А. Амангельди и др. // Микробиология және вирусология. – 2024. – Т. 46, № 3. – С. 306-320.
12. Садыкова Г.М. Биотехнологический потенциал молочнокислых бактерий растительного происхождения / Г.М. Садыкова, А.К. Нуртаева // Вестник КазНАИУ. – 2022. – № 2. – С. 74-81.
13. Phenotypic and genomic diversity of L. plantarum / R.J. Siezen et al // Environ. Microbiol. – 2010. – vol. 12, № 3. – P. 758-770.
14. Молочнокислые бактерии против антибиотикорезистентных патогенов / А.Ж. Алыбаева и др. // Микробиология және вирусология. – 2021. – № 2. – С. 45-52.
15. Жумабекова Г.Б. Антиоксидантная активность пророщенного зерна пшеницы и перспективы его применения / Г.Б. Жумабекова, А.Т. Байгазиева // Исследования, результаты. – 2021. – № 3(91). – С. 118-125.
16. Moiseenko K.V. Fermentation of rice, oat, and wheat flour by pure cultures of common starter lactic acid bacteria: growth dynamics, sensory evaluation, and functional properties / K.V. Moiseenko, O.A. Glazunova, T.V. Fedorova // Foods. – 2024. – vol. 13, № 15. – P. 2401. https://doi.org/10.3390/foods13152401.
17. Synthesis of methoxybenzoquinones by LAB during fermentation / C.G. Rizzello et al // Microb. Cell Factories. – 2013. – vol. 12, № 36. https://doi.org/10.1186/1475-2859-12-36.
18. Технология производства хлебобулочных изделий из муки тритикале с использованием закваски на основе молочнокислых бактерий / Л.Б. Умиралиева и др. // Микробиология және вирусология. – 2022. – № 1. – С. 88-95.
19. Effects of germination and fermentation on antioxidant capacity / J. Zhang et al // J. Cereal Sci. – 2022. – vol. 103. – P. 10340. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.10340.

20. Шорабаев Е.Ж. Влияние закваски на микробиологическую безопасность и качество хлебобулочных изделий / Е.Ж. Шорабаев, Е.С. Молдаханов // Микробиология және вирусология. – 2025. – № 1. – С. 112-121.

References

1. Identification, safety assessment and probiotic potential of lactic acid bacteria isolated from wheat / W. Gao et al // Int. J. Food Microbiol. – 2025. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2025.111436. (in English).
2. Fermented germinated whole wheat as a functional food ingredient / L.M. Beltrán-Barrientos et al // Food Chemistry. – 2021. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128756. (in English).
3. Antifungal activities of L. plantarum / A. Laitila et al // J. Appl. Microbiol. – 2002 – vol. 93, № 1. – R. 1-9. (in English).
4. Screening and characterization of lactic acid bacteria for functional fermented products / K.Zh. Tleuova i dr. // Mikrobiologiya zhəne virusologiya. – 2026. – № 1. – S. 10-18. (in English).
5. Lactic acid bacteria in durum wheat / F. Minervini et al // Appl. Environ. Microbiol. – 2015. – vol. 81, № 19. – R. 6736-6748. https://doi.org/10.1128/AEM.01852-15. (in English).
6. Sourdough and cereal fermentation in a whole grain diet / K. Poutanen et al // Food Microbiol. – 2009. – vol. 26, № 7. – R. 693-699. (in English).
7. Abugalieva A.I. Biokhimicheskie izmeneniya zerna pshenitsy pri prorashchivanii / A.I. Abugalieva, T.V. Savin // Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki Kazakhstana. – 2020. – № 4. – S. 52-58. (in Russian).
8. Sourdough lactobacilli and celiac disease / M. Gobbetti et al // Food Microbiol. – 2014. – vol. 37. – R. 78-85. (in English).
9. Kenzhebaeva S.S. Osobennosti biokhimicheskogo sostava zarodysha pshenitsy / S.S. Kenzhebaeva // Pishchevaya tekhnologiya i servis. – 2019. – № 2. – S. 18-24. (in Russian).
10. Ponomareva O.I. Molochnokislye bakterii v tekhnologii proizvodstva kislykh ehlei / O.I. Ponomareva, E.V. Borisova, I.P. Prokhorchik // Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda. – 2018. – № 2. – S. 61-70. (in Russian).
11. Vydelenie molochnokislykh bakterii, antagonisticheski aktivnykh protiv vozbuditelei porchi khleba / A.A. Amangel'di i dr. // Mikrobiologiya zhəne virusologiya. – 2024. – T. 46, № 3. – S. 306-320. (in Russian).
12. Sadykova G.M. Biotekhnologicheskii potentsial molochnokislykh bakterii rastitel'nogo proiskhozhdeniya / G.M. Sadykova, A.K. Nurtaeva // Vestnik KazNAIU. – 2022. – № 2. – S. 74-81. (in Russian).
13. Phenotypic and genomic diversity of L. plantarum / R.J. Siezen et al // Environ. Microbiol. – 2010. – vol. 12, № 3. – R. 758-770. (in English).
14. Molochnokislye bakterii protiv antibiotikorezistentnykh patogenov / A.Zh. Alybaeva i dr. // Mikrobiologiya zhəne virusologiya. – 2021. – № 2. – S. 45-52. (in Russian).
15. Zhumabekova G.B. Antioksidantnaya aktivnost' proroshchennogo zerna pshenitsy i perspektivy ego primeneniya / G.B. Zhumabekova, A.T. Baigazieva // Issledovaniya, rezul'taty. – 2021. – № 3(91). – S. 118-125. (in Russian).
16. Moiseenko K.V. Fermentation of rice, oat, and wheat flour by pure cultures of common starter lactic acid bacteria: growth dynamics, sensory evaluation, and functional properties / K.V. Moiseenko, O.A. Glazunova, T.V. Fedorova // Foods. – 2024. – vol. 13, № 15. – R. 2401. https://doi.org/10.3390/foods13152401. (in English).
17. Synthesis of methoxybenzoquinones by LAB during fermentation / C.G. Rizzello et al // Microb. Cell Factories. – 2013. – vol. 12, № 36. https://doi.org/10.1186/1475-2859-12-36. (in English).
18. Tekhnologiya proizvodstva khlebobulochnykh izdelii iz muki tritikale s ispol'zovaniem zakvaski na osnove molochnokislykh bakterii / L.B. Umiralieva i dr. // Mikrobiologiya zhəne virusologiya. – 2022. – № 1. – S. 88-95. (in Russian).
19. Effects of germination and fermentation on antioxidant capacity / J. Zhang et al // J. Cereal Sci. – 2022. – vol. 103. – R. 10340. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.10340. (in English).
20. Shorabaev E.Zh. Vliyanie zakvaski na mikrobiologicheskuyu bezopasnost' i kachestvo khlebobulochnykh izdelii / E.Zh. Shorabaev, E.S. Moldakhanov // Mikrobiologiya zhəne virusologiya. – 2025. – № 1. – S. 112-121. (in Russian).

А.Е. Татищева, Ф.Ғ. Сағымбек*
[1]Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті,
050010, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., Абай даңғылы, 8
*e-mail: fakosya.ru@mail.ru

БИДАЙ ӨСКІНДЕРІНДЕГІ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ БАКТЕРИЯЛАР ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘЛЕУЕТІ: ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Дәстүрлі сүт өнімдері ұзақ уақыт бойы сүтқышқылды бактериялардың (СҚБ) негізгі көзі болып келді. Алайда қазіргі тағамдық биотехнологияның даму үрдістері, оның ішінде лактозасыз және функционалды тағам өнімдерін жасау, осы микроорганизмдердің балама өсімдік текті көздерін іздеу қажеттілігін туындатады. Осы әдеби шолудың мақсаты – бидай өскіндерімен ассоциацияланған сүтқышқылды бактериялар туралы заманауи ғылыми мәліметтерді жинақтау, олардың биотехнологиялық әлеуетін талдау, сондай-ақ оларды бөліп алу және молекулалық идентификациялаудың жарияланған әдістерін қарастыру. Әдеби деректерді талдау негізінде бидай ұлпаларында мекендейтін Lactobacillus, Pediococcus және Weissella туыстарына жататын эндофитті сүтқышқылды бактериялардың ерекшеліктері, сондай-ақ олардың өсімдік шикізатын ферментациялау үдерістеріндегі рөлі қарастырылды. Ғылыми жарияланымдарға сәйкес, бидай өскіндерінің ерте даму кезеңі (ұзындығы 1–3 см) эндофитті СҚБ зерттеу үшін перспективалы нысан ретінде қарастырылады, себебі бұл кезең микроорганизмдердің жоғары метаболикалық белсенділігімен және сыртқы микрофлорамен ластану деңгейінің төмен болуымен сипатталады. Әдебиеттерде сипатталған штамдардың биоактивті қосылыстарды синтездеу, антиоксиданттық және антимикробтық қасиеттер көрсету, сондай-ақ дәнді дақылдар негізіндегі өнімдердің функционалдық құндылығын арттыру қабілеттері туралы мәліметтер жинақталды. Қорытындылай келе, бидай өскіндерінен ассоциацияланған эндофитті сүтқышқылды бактерияларды жаңа буын функционалды тағам өнімдерін, биоконсервация технологияларын және жаңа өсімдік текті ашытқыларды әзірлеуде қолдану перспективалы бағыт болып табылады.

Түйін сөздер: *сүт қышқылды бактериялар, эндофиттер, бидай, өскіндер, биоконсервация.*

A. Tatisheva, F. Sagymbek*
Kazakh National Agrarian Research University,
8 Abay Avenue, Almaty 050010, Republic of Kazakhstan
*e-mail: fakosya.ru@mail.ru

LACTIC ACID BACTERIA OF WHEAT SPROUTS AND THEIR BIOTECHNOLOGICAL POTENTIAL: A LITERATURE REVIEW

Traditional dairy products have long served as the primary source of lactic acid bacteria (LAB). However, current trends in food biotechnology, including the development of lactose-free and functional foods, have highlighted the need to identify alternative plant-based sources of these microorganisms. The aim of this literature review is to summarize current scientific knowledge on lactic acid bacteria associated with wheat sprouts, analyze their biotechnological potential, and review published methods for their isolation and molecular identification. Based on an analysis of the available literature, the characteristics of endophytic lactic acid bacteria belonging to the genera Lactobacillus, Pediococcus, and Weissella inhabiting wheat tissues, as well as their role in the fermentation of plant-derived substrates, are discussed. The reviewed studies indicate that wheat sprouts at the early stage of development (1-3 cm in length) are considered a promising source for the investigation of endophytic LAB due to their high microbial metabolic activity and low level of surface contamination. Published data demonstrate that these strains are capable of producing bioactive compounds, exhibiting antioxidant and antimicrobial activities, and enhancing the functional properties of cereal-based products. Overall, the available evidence suggests that endophytic lactic acid bacteria from wheat sprouts have considerable potential for the development of next-generation functional foods, biopreservation technologies, and novel plant-based starter cultures.

Key words: *lactic acid bacteria, endophytes, wheat, sprouts, biopreservation.*

Сведения об авторах

Айсулу Ермековна Татищева – Казахский национальный аграрный исследовательский университет, студент-магистрант кафедры «Зооинженерия и биотехнология», Республика Казахстан, г. Алматы; e-mail: tatichsheva@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-1391-9377.

Фатима Ғабитқызы Сағымбек* – PhD, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, старший преподаватель кафедры «Зооинженерия и биотехнология», Республика Казахстан, г. Алматы, e-mail: fakosya.ru@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9925-8527.

Авторлар туралы мәліметтер

Айсулу Ермековна Татищева – Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Зооинженерия және биотехнология» кафедрасының магистранты, Қазақстан Республикасы, Алматы қ.; e-mail: tatichsheva@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-1391-9377.

Фатима Ғабитқызы Сағымбек – PhD, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, «Зооинженерия және биотехнология» кафедрасының аға оқытушысы, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы; e-mail: fakosya.ru@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9925-8527.

Information about the authors

Aisulu Tatichsheva – Kazakh National Agrarian Research University, master's student of the Department of «Zooengineering and Biotechnology», Republic of Kazakhstan; e-mail: tatichsheva@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-1391-9377.

Fatima Sagymbek* – PhD, Kazakh National Agrarian Research University», Senior Lecturer of the Department of «Zooengineering and Biotechnology», Republic of Kazakhstan, Almaty; e-mail: fakosya.ru@mail.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9925-8527.

Поступила в редакцию 01.06.2026
Поступила после доработки 08.07.2026
Принята к публикации 17.08.2026

https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-3(23)-52

МРНТИ: 65.09.03

Д.Б. Тоймбаева*, С.А. Садуахасова, Д.Д. Хамитова, Г.Х. Оспанкулова
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62
*e-mail: bio.dana@mail.ru

АМАРАНТ ДӘНІНІҢ ХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Аңдатпа: *Клиникалық мақсаттағы өнімдерді өндіруде емдік қасиеті бар, тағамдық және биологиялық құндылығы жоғары, әртүрлі ауруларды алдын алуға ықпал ететін шикізат түрлеріне соңғы уақытта ғалымдардың назары артып келеді. Нарықтағы көптеген дақылдармен салыстырғанда химиялық құрамы жағынан ерекше және тағамдық құндылығы жоғары шикізаттардың бірі амарант дәні болып табылады. Осыған орай, бұл жұмыста амарант дәндерінің химиялық құрамы мен функционалдық қасиеттері зерттелініп, оның клиникалық мақсаттағы өнімдер өндірісінде қолданылу мүмкіндіктері мен маңыздылығы бағаланды. Зерттеу нәтижесінде амарант дәндері, әсіресе астық дақылдарында жетіспейтін лизинге бай, сондай-ақ треонин, валин және басқа алмастырылмайтын аминқышқылдары да жеткілікті мөлшерде екендігі анықталынды. Минералдардың ішінен кальций, магний, темір және калий жоғары мәнді көрсетті, ал дәрумендердің ішінен Е дәруменінің жоғары мөлшері анықталынды және 1 кг шаққандағы мөлшері 11,29 мг құрады. Амарант липидтерінің май қышқылдық құрамында зерттеу нәтижелері көрсеткендей, қанықпаған май қышқылдарының қаныққан қышқылдардан басым екендігі анықталынды. Қанықпаған май қышқылдарының ішінен линол қышқылы мен олейн қышқылдарының мөлшері басым екендігі зерттелініп, сәкесінше 34,56% және 24,82% көрсетті. Сонымен қатар амарант дәндерінде уытты заттар (Pb, As, Cd, Hg) мөлшері анықталмады. Осылайша, амарант дәндері жоғарыда атап өткен қасиеттері бойынша тағамдық және функционалдық қасиеттерінің жоғары екендігі анықталып, алдағы уақытта мамандандырылған өнімдер, яғни энтералды тамақтануға қолданылатылатын қолайлы өсімдік шикізаты ретінде қарастыруға негіз бола алады.*

Түйін сөздер: *Амарант, ақуыз, аминқышқылдары, май қышқылдары, минералдар,дәрумендер, энтеральды тамақ, функционалдық қасиеттер.*

Кіріспе

Амарант дәндері көптеген дақылдармен салыстырғанда химиялық құрамы мен оның ерекшелігі, тағамдық құндылығы, әрі түрлі агроклиматтық зоналарға төзімділігі жағынан соңғы

©Д.Б. Тоймбаева, С.А. Садуахасова, Д.Д. Хамитова, Г.Х. Оспанкулова, 2026