

Г.С. Рысбаева¹, Д.Е. Кудасова*, Г.Б. Алпамысова¹, Қ.Ш. Нұрғазы²

¹Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова,

160000, Республика Казахстан, г. Шымкент, пр. Тауке хана 5,

²ТОО «Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция»,

Восточно-Казахстанская область, Глубоковский район, село Опытное поле

*e-mail: dariha_uko@mail.ru

РОЛЬ ДРОЖЕЙ И МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ В ХЛЕБОПЕКАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И ФОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ХЛЕБА

Аннотация: В статье рассматривается роль микроорганизмов в хлебопекарном производстве, являющихся ключевыми участниками процессов ферментации. Особое внимание уделяется дрожжам и молочнокислым бактериям, их взаимодействию и влиянию на формирование структуры, вкуса, аромата и пищевой ценности хлеба. Проанализированы современные научные данные о метаболической активности микроорганизмов в тесте, а также факторы, влияющие на их рост и развитие, включая температуру, состав среды и технологические параметры. Рассматриваются современные подходы к применению пробиотических культур в хлебопечении, направленные на повышение функциональной ценности продукции.

Также уделено внимание методам контроля микробиологической контаминации сырья и готовой продукции, что имеет важное значение для обеспечения безопасности и стабильного качества хлебобулочных изделий. Показано, что использование управляемых микробиологических процессов позволяет не только улучшать технологические характеристики, но и повышать биологическую ценность продукта.

Таким образом, развитие хлебопекарного производства тесно связано с углублённым пониманием роли микроорганизмов. Современные достижения в области микробиологии и биотехнологии создают условия для совершенствования технологий, повышения качества и безопасности продукции, что особенно важно в условиях растущих требований к пищевой продукции.

Ключевые слова: микроорганизмы, хлебопекарное производство, дрожжи, молочнокислые бактерии, микробиологическая безопасность, микробиологическое загрязнение.

Введение

Хлебопекарное производство представляет собой одну из важнейших отраслей пищевой промышленности, в основе которой лежат сложные биохимические и микробиологические процессы. Хлеб на протяжении тысячелетий является неотъемлемой частью рациона человека и сохраняет своё значение в современных условиях благодаря высокой питательной ценности и доступности.

Ключевым фактором, определяющим качество хлебобулочных изделий, является деятельность микроорганизмов, прежде всего дрожжей и молочнокислых бактерий. Их метаболическая активность влияет на формирование структуры, вкуса, аромата и пищевой ценности продукта [1, 2]. Современные исследования направлены на углублённое изучение микробиоты теста и разработку методов управления ферментационными процессами.

Основные микроорганизмы хлебопечения

Дрожжи рода *Saccharomyces*, в частности *Saccharomyces cerevisiae*, являются основным компонентом хлебопекарного процесса. Они обеспечивают спиртовое брожение, в ходе которого сахара превращаются в углекислый газ и этанол [3].

Выделяющийся углекислый газ является ключевым фактором, определяющим формирование пористой структуры теста, что напрямую влияет на объем, пористость и эластичность мякиша – основные показатели качества хлебобулочных изделий. Как отмечает Н.С. Егоров [4], эффективность газообразования тесно связана с активностью ферментативных систем дрожжевых клеток, в частности ферментов, участвующих в

расщеплении сахаров (гликолиз), что приводит к образованию этанола и CO_2 . Интенсивность данных процессов определяется как физиологическим состоянием дрожжей, так и условиями среды (температура, pH, осмотическое давление).

Кроме того, на газообразующую способность дрожжей влияет наличие питательных субстратов и продуктов метаболизма, включая аминокислоты и витамины, которые могут как стимулировать, так и ингибировать их активность. При оптимальных условиях дрожжи обеспечивают равномерное распределение газовых пузырьков, что способствует формированию однородной пористой структуры теста и предотвращает его разрушение [4].

Современные технологии хлебопекарного производства ориентированы на использование селекционированных штаммов дрожжей с заданными физиолого-биохимическими характеристиками [5]. Такие штаммы обладают повышенной устойчивостью к осмотическому давлению, что особенно важно при работе с тестом с высоким содержанием сахара и соли, а также характеризуются высокой скоростью брожения и стабильной ферментативной активностью.

Использование селекционированных культур позволяет стандартизировать технологический процесс, обеспечивая воспроизводимость качества продукции независимо от колебаний сырьевых и технологических факторов. Кроме того, применение специализированных штаммов способствует улучшению газоудерживающей способности теста, повышению объема хлеба и улучшению его органолептических характеристик, включая вкус и аромат.

В целом, управление процессами газообразования и подбор эффективных штаммов дрожжей являются важнейшими инструментами оптимизации хлебопекарного производства и обеспечения стабильного качества готовой продукции. Молочнокислые бактерии

Молочнокислые бактерии (МКБ) рода *Lactobacillus* играют ключевую роль в заквасочном хлебопечении, участвуя в формировании структурно-функциональных свойств теста. В процессе метаболизма они осуществляют молочнокислое (гомоферментативное) и смешанное (гетероферментативное) брожение, в ходе которого образуются органические кислоты, преимущественно молочная и уксусная [6]. Corsetti и Settanni [6] подчеркивают, что накопление органических кислот приводит к снижению pH теста, что не только формирует характерный кисловатый вкус, но и ингибирует развитие нежелательной микрофлоры.

Кроме того, метаболиты МКБ, включая органические кислоты, перекись водорода и бактериоцины, обладают выраженными антимикробными свойствами, что способствует естественной консервации хлебобулочных изделий [7]. Эти соединения подавляют рост плесневых грибов и патогенных бактерий, увеличивая срок хранения продукции без применения химических консервантов.

С точки зрения физиологии, МКБ подразделяются на гомоферментативные и гетероферментативные штаммы, различающиеся по путям метаболизма углеводов [8]. Гомоферментативные бактерии преимущественно продуцируют молочную кислоту, тогда как гетероферментативные образуют также уксусную кислоту, этанол и углекислый газ. Это разнообразие метаболических путей оказывает значительное влияние на кислотность теста, ароматический профиль и пористость мякиша.

Взаимодействие дрожжей и молочнокислых бактерий представляет собой сложную симбиотическую систему, в которой микроорганизмы взаимно дополняют метаболическую активность друг друга. Дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) обеспечивают основное газообразование за счет спиртового брожения, способствуя разрыхлению теста и формированию пористой структуры [9]. В свою очередь, МКБ создают кислую среду, которая оптимизирует условия для дрожжей, стабилизирует ферментативные процессы и подавляет развитие посторонней микрофлоры.

Согласно Cauvain и Young [10], именно кооперативное взаимодействие дрожжей и молочнокислых бактерий определяет формирование комплексного вкусоароматического профиля хлеба. При этом образуются летучие соединения, органические кислоты и продукты протеолиза, которые в совокупности формируют уникальные органолептические характеристики заквасочного хлеба. Баланс между этими микроорганизмами напрямую влияет на структуру клейковинного каркаса, газоудерживающую способность теста и стабильность конечного продукта. Факторы, влияющие на ферментацию

На активность микроорганизмов влияют следующие факторы:

- температура;
- влажность;
- состав муки;
- концентрация соли и сахара;
- длительность брожения.

Оптимальные параметры технологического процесса являются ключевым фактором стабильного качества хлебопекарной продукции. Как отмечает Н.А. Тихомирова [11], даже незначительные отклонения температурного режима приводят к изменению кинетики брожения, что отражается на структуре теста, газодерживающей способности и органолептических характеристиках готового продукта.

Регуляция ферментационной активности дрожжей и молочнокислых бактерий во многом определяется рецептурными компонентами. Соль оказывает ингибирующее воздействие на дрожжевые клетки, снижая их ферментативную активность и замедляя газообразование, тогда как сахара выступают дополнительным субстратом для дрожжей, ускоряя процессы спиртового брожения [12]. Баланс этих компонентов обеспечивает оптимальное развитие микробиоты теста и формирование структуры мякиша.

В процессе ферментации происходят значительные биохимические преобразования, повышающие пищевую ценность хлеба. В частности, под действием микробных ферментов осуществляется гидролиз фитиновой кислоты, что способствует высвобождению ионов кальция, магния, железа и цинка и, как следствие, увеличивает их биодоступность [13]. Minervini и соавт. [14] установили, что метаболическая активность молочнокислых бактерий способствует синтезу витаминов группы В, включая тиамин, рибофлавин и фолиевую кислоту, что значительно повышает биологическую ценность конечного продукта.

Современные биотехнологические подходы позволяют глубже изучать микробиологические процессы, протекающие в тесте. Методы молекулярной биологии, такие как ПЦР и высокопроизводительное секвенирование, дают возможность идентифицировать и количественно оценивать микробное разнообразие заквасок и теста, что создает предпосылки для направленного управления процессами ферментации [15]. Использование пробиотических штаммов молочнокислых бактерий рассматривается как перспективное направление, поскольку такие культуры способны оказывать благоприятное влияние на микробиоту кишечника человека и улучшать функциональные свойства хлеба [16].

Биоконсервация представляет собой эффективный способ повышения микробиологической безопасности хлебобулочных изделий. Данный подход основан на использовании антагонистически активных микроорганизмов, продуцирующих органические кислоты, бактериоцины и другие ингибирующие соединения, подавляющие рост патогенной и условно-патогенной микрофлоры [17]. Это позволяет сократить применение химических консервантов и повысить экологическую безопасность продукции. Контроль микробиологической безопасности включает комплекс санитарно-гигиенических мероприятий, а также постоянный мониторинг микробиоты на всех этапах производства [18].

Современные исследования подтверждают фундаментальную роль микроорганизмов в формировании качества хлеба. Работы И.А. Рогова [19] раскрывают общие биотехнологические аспекты пищевых производств, подчеркивая значение направленного использования микроорганизмов для управления технологическими процессами, повышения эффективности переработки сырья и формирования заданных свойств готовой продукции. В частности, биотехнологический подход рассматривает микроорганизмы как инструмент модификации структуры, пищевой ценности и безопасности пищевых продуктов за счёт их ферментативной активности и способности синтезировать биологически активные соединения.

Исследования Н.А. Артемьевой [20] посвящены характеристике микрофлоры зерна как исходного сырья хлебопекарного производства. Установлено, что зерновая микробиота представлена разнообразными группами микроорганизмов, включая бактерии, дрожжи и плесневые грибы, которые могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на качество муки и готового продукта. Наличие определённых микроорганизмов в зерне способствует формированию ферментативной активности сырья, тогда как избыточное развитие нежелательной микрофлоры может приводить к снижению технологических свойств, ухудшению структуры теста и накоплению токсичных метаболитов.

Особое значение имеет контроль микробиологического состояния зерна на этапах хранения и переработки, поскольку исходная микрофлора во многом определяет последующее развитие микробиоты в тесте. В процессе подготовки сырья важную роль играют условия хранения, уровень влажности и температурный режим, которые влияют на активность микроорганизмов и сохранность зерна.

Таким образом, результаты, представленные в работах Рогова [19] и Артемьевой [20], подчеркивают необходимость комплексного подхода к управлению микробиологическими процессами в хлебопекарной отрасли, начиная с этапа сырья и заканчивая стадией готовой продукции. Это позволяет не только повысить качество хлеба, но и обеспечить его безопасность и стабильность при хранении. Katina [21] и De Vuyst [22] подробно изучают микробную экосистему заквасок и её влияние на свойства теста. Дальнейшие исследования микробиоты заквасок показывают, что сложность микробного сообщества оказывает существенное влияние на стабильность технологического процесса. По данным De Vuyst [22], экосистема заквасок представляет собой динамическую систему, в которой молочнокислые бактерии и дрожжи находятся в постоянном метаболическом взаимодействии. При этом устойчивость микробного сообщества зависит от условий ферментации, состава сырья и продолжительности брожения.

Формирование ароматического профиля хлеба напрямую связано с метаболической активностью микроорганизмов. Hansen и Schieberle [23] установили, что в процессе брожения образуются летучие соединения, включая альдегиды, спирты и эфиры, которые формируют характерный аромат хлеба. Эти соединения являются продуктами метаболизма как дрожжей, так и молочнокислых бактерий, а их соотношение определяется видом используемой закваски и условиями ферментации.

Физиологические и генетические особенности молочнокислых бактерий также играют важную роль в технологическом процессе. Hammes и Gänzle [24] показали, что различные штаммы МКБ обладают специфическими ферментативными системами, обеспечивающими адаптацию к кислой среде теста и конкурентоспособность по отношению к другим микроорганизмам. Vogel [25] дополнительно отметил, что генетические механизмы регуляции метаболизма у МКБ позволяют им эффективно использовать доступные углеводы и обеспечивать стабильность ферментации.

В процессе ферментации существенное значение имеет протеолитическая активность микроорганизмов. Gobbetti [26] установил, что протеолиз белков клейковины под действием ферментов МКБ и эндогенных ферментов зерна приводит к образованию пептидов и свободных аминокислот, которые участвуют в формировании вкуса и аромата хлеба. De Angelis [27] показал, что продукты протеолиза также влияют на текстурные свойства теста, улучшая его эластичность и растяжимость.

Di Cagno [28] подчеркивает, что процессы ферментации в закваске представляют собой сложный комплекс биохимических реакций, включающих углеводный и белковый метаболизм, что в совокупности определяет функциональные свойства хлеба.

Кроме того, Arendt [29] отмечает, что микробиологические процессы в зерновых заквасках оказывают значительное влияние на структурные характеристики теста и конечного продукта. Leroу и De Vuyst [30] дополняют, что молочнокислые бактерии не только формируют кислотность, но и участвуют в синтезе антимикробных веществ, что повышает микробиологическую безопасность и срок хранения хлеба (табл. 1).

Таблица 1 –Классификация молочнокислых бактерий (по Шпихеру)

Группа	Вид	%	Темп., °C
1	<i>L. delbrueckii</i>	4,0	40-55
2	<i>L. leichmannii</i>	1,8	35-40
3	<i>L. plantarum</i>	41,1	30-35
4	<i>L. casei</i>	7,1	35-40
5	<i>L. brevis</i>	24,8	30-35
6	<i>L. fermentum</i>	14,1	35-40
7	<i>L. pastorianus</i>	4,9	30-35
8	<i>L. buchneri</i>	2,2	30

Заключение

Таким образом, дрожжи и молочнокислые бактерии являются основой хлебопекарного производства, обеспечивая протекание ключевых биохимических и микробиологических процессов. Их взаимодействие формирует структуру теста, влияет на реологические свойства, вкусоароматические характеристики и пищевую ценность хлеба. Синергизм данных микроорганизмов способствует оптимальному развитию брожения, стабилизации кислотности и формированию пористой структуры мякиша, что является определяющим фактором качества конечного продукта.

Современные технологии хлебопекарного производства позволяют целенаправленно управлять микробиологическими процессами за счёт применения селекционированных штаммов микроорганизмов, функциональных заквасок и биотехнологических методов контроля ферментации. Это обеспечивает стандартизацию производственного процесса, повышение стабильности качества продукции и расширение ассортимента хлебобулочных изделий с заданными свойствами.

Анализ приведённой научной литературы показывает, что современные подходы к хлебопечению основаны на глубоком понимании микробиологических и биохимических процессов, протекающих в тесте. Особое значение приобретает управление микрофлорой сырья и заквасок, что позволяет регулировать процессы брожения, улучшать органолептические характеристики и повышать пищевую ценность продукции.

Использование комплексных заквасочных систем, включающих дрожжи и молочнокислые бактерии, способствует не только улучшению качества хлеба, но и повышению его микробиологической безопасности за счёт биоконсервационных эффектов. Это позволяет снижать применение химических добавок и создавать экологически безопасные продукты питания.

Таким образом, современные технологии хлебопекарного производства неразрывно связаны с управлением микробиологическими процессами и развитием биотехнологий. Перспективным направлением является дальнейшее изучение взаимодействия микроорганизмов, разработка новых функциональных заквасок и внедрение инновационных методов контроля ферментации, что будет способствовать повышению качества, безопасности и функциональной ценности хлебобулочной продукции.

Список литературы

1. Берёзкина А.Д. Микробиологические аспекты качества хлеба / А.Д. Берёзкина // Евразийское научное объединение. – 2018. – № 12. – С. 153-156.
2. Матвеева И.В. Биотехнология хлебопекарного производства / И.В. Матвеева, С.Я. Корякина. – М.: КолосС, 2012. – 320 с.
3. Гвасалия Т.С. Дрожжи хлебопекарные / Т.С. Гвасалия, Т.П. Якименко // Современная наука и инновации. – 2016. – № 4. – С. 144-158.
4. Егоров Н.С. Промышленная микробиология / Н.С. Егоров. – М.: Рипол Классик, 1989. – 688 с.
5. Волова Т.Г. Биотехнология / Т.Г. Волова. – Красноярск, 1999. – 252 с.
6. Corsetti A. Lactobacilli in sourdough fermentation / A. Corsetti, L. Settanni // Food Research International. – 2007. – Vol. 40. – P. 539-558.
7. Axel C. Ecofriendly control of microorganisms in bread / C. Axel, E. Zannini, E.K. Arendt // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2017. – Vol. 101. – P. 489-499.
8. Кузнецова Л.И. Заквасочные культуры в хлебопечении / Л.И. Кузнецова, Л.Н. Шатнюк. – М.: Пищевая промышленность, 2014. – 256 с.
9. Скурихин И.М. Всё о хлебе / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: ДеЛи принт, 2011. – 368 с.
10. Cauvain S.P. Technology of Breadmaking / S.P. Cauvain, L.S. Young– Springer, 2020. – 412 p.
11. Тихомирова Н.А. Технология хлеба / Н.А. Тихомирова. – СПб.: ГИОРД, 2015. – 416 с.
12. Алешина Е.С. Культивирование микроорганизмов / Е.С. Алешина. – Оренбург, 2017. – 120 с.
13. Poutanen K., Flander L. Sourdough fermentation / K. Poutanen, L. Flander // Food Microbiology. – 2009. – Vol. 26. – P. 693-699.

14. Minervini F. Influence of sourdough microbiota / F. Minervini // *Applied Microbiology*. – 2012. – Vol. 78. – P. 5328-5340.
15. Gobbetti M. Sourdough microbiology / M. Gobbetti // *Food Microbiology*. – 2016. – Vol. 37. – P. 30-40.
16. Settanni L. Functional sourdough bacteria / L. Settanni // *Int. J. Food Microbiology*. – 2014. – Vol. 186. – P. 65-73.
17. Axel C. Biopreservation in bread / C. Axel // *Food Control*. – 2017. – Vol. 73. – P. 102-110.
18. Лисицын А.Б. Микробиологическая безопасность / А.Б. Лисицын, В.А. Тутельян. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 512 с.
19. Рогов И.А. Пищевая биотехнология / И.А. Рогов. – М.: КолосС, 2004. – 440 с.
20. Артемьева Н.А. Микробиология зерна / Н.А. Артемьева. – М.: КолосС, 2013. – 280 с.
21. Katina K. Sourdough technology / K. Katina // *Trends Food Sci.* – 2006. – Vol. 17. – P. 104-112.
22. De Vuyst L. Microbial ecology of sourdough / L. De Vuyst // *Food Microbiology*. – 2014. – Vol. 37. – P. 30-40.
23. Hansen Å. Generation of aroma compounds / Å. Hansen, P. Schieberle // *J. Agric. Food Chem.* – 2006. – Vol. 54. – P. 5488-5495.
24. Hammes W.P. Sourdough breads / W.P. Hammes, M.G. Gänzle // *Microbiology*. – 1998. – Vol. 55. – P. 45-60.
25. Vogel R.F. Genetics of LAB / R.F. Vogel // *Int. J. Food Microbiology*. – 1997. – Vol. 36. – P. 179-186.
26. Gobbetti M. Italian sourdough / M. Gobbetti // *Food Microbiology*. – 2005. – Vol. 22. – P. 321-331.
27. De Angelis M. Proteolysis in sourdough / M. De Angelis // *J. Proteome Research*. – 2007. – Vol. 6. – P. 333-345.
28. Di Cagno R. Sourdough fermentation / R. Di Cagno // *Trends Food Sci.* – 2013. – Vol. 29. – P. 23-34.
29. Arendt E.K. Cereal fermentation / E.K. Arendt // *Food Microbiology*. – 2007. – Vol. 24. – P. 165-174.
30. Leroy F. Lactic acid bacteria / F. Leroy, L. De Vuyst // *Trends Food Sci.* – 2004. – Vol. 15. – P. 67-78.

References

1. Berezkina A.D. Mikrobiologicheskie aspekty kachestva khleba / A.D. Berezkina // *Evrasiiskoe nauchnoe ob'edinenie*. – 2018. – № 12. – S. 153-156. (In Russian).
2. Matveeva I.V. Biotekhnologiya khlebopekarnogo proizvodstva / I.V. Matveeva, S.Ya. Koryachkina. – М.: KolosS, 2012. – 320 s. (In Russian).
3. Gvasaliya T.S. Drozhzhi khlebopekarnye / T.S. Gvasaliya, T.P. Yakimenko // *Sovremennaya nauka i innovatsii*. – 2016. – № 4. – S. 144-158. (In Russian).
4. Egorov N.S. Promyshlennaya mikrobiologiya / N.S. Egorov. – М.: Ripol Klassik, 1989. – 688 s. (In Russian).
5. Volova T.G. Biotekhnologiya / T.G. Volova. – Krasnoyarsk, 1999. – 252 s. (In Russian).
6. Corsetti A. Lactobacilli in sourdough fermentation / A. Corsetti, L. Settanni // *Food Research International*. – 2007. – Vol. 40. – P. 539-558. (In English).
7. Axel C. Ecofriendly control of microorganisms in bread / C. Axel, E. Zannini, E.K. Arendt // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2017. – Vol. 101. – P. 489-499. (In English).
8. Kuznetsova L.I. Zakvasochnye kul'tury v khlebopechenii / L.I. Kuznetsova, L.N. Shatnyuk. – М.: Pishchevaya promyshlennost', 2014. – 256 s. (In Russian).
9. Skurikhin I.M. Vse o khlebe / I.M. Skurikhin, A.P. Nechaev. – М.: DeLi print, 2011. – 368 s. (In Russian).
10. Cauvain S.P. Technology of Breadmaking / S.P. Cauvain, L.S. Young– Springer, 2020. – 412 p. (In English).
11. Tikhomirova N.A. Tekhnologiya khleba / N.A. Tikhomirova. – SPb.: GIORD, 2015. – 416 s. (In Russian).
12. Aleshina E.S. Kul'tivirovanie mikroorganizmov / E.S. Aleshina. – Orenburg, 2017. – 120 s. (In Russian).

13. Poutanen K., Flander L. Sourdough fermentation / K. Poutanen, L. Flander // Food Microbiology. – 2009. – Vol. 26. – P. 693-699. (In English).
14. Minervini F. Influence of sourdough microbiota / F. Minervini // Applied Microbiology. – 2012. – Vol. 78. – P. 5328-5340. (In English).
15. Gobbetti M. Sourdough microbiology / M. Gobbetti // Food Microbiology. – 2016. – Vol. 37. – P. 30-40. (In English).
16. Settanni L. Functional sourdough bacteria / L. Settanni // Int. J. Food Microbiology. – 2014. – Vol. 186. – P. 65-73. (In English).
17. Axel C. Biopreservation in bread / C. Axel // Food Control. – 2017. – Vol. 73. – P. 102-110. (In English).
18. Lisitsyn A.B. Mikrobiologicheskaya bezopasnost' / A.B. Lisitsyn, V.A. Tutel'yan. – M.: GEHOTAR-Media, 2010. – 512 s. (In Russian).
19. Rogov I.A. Pishchevaya biotekhnologiya / I.A. Rogov. – M.: KolosS, 2004. – 440 s. (In Russian).
20. Artem'eva N.A. Mikrobiologiya zerna / N.A. Artem'eva. – M.: KolosS, 2013. – 280 s. (In Russian).
21. Katina K. Sourdough technology / K. Katina // Trends Food Sci. – 2006. – Vol. 17. – P. 104-112. (In English).
22. De Vuyst L. Microbial ecology of sourdough / L. De Vuyst // Food Microbiology. – 2014. – Vol. 37. – P. 30-40. (In English).
23. Hansen Å. Generation of aroma compounds / Å. Hansen, P. Schieberle // J. Agric. Food Chem. – 2006. – Vol. 54. – P. 5488-5495. (In English).
24. Hammes W.P. Sourdough breads / W.P. Hammes, M.G. Gänzle // Microbiology. – 1998. – Vol. 55. – P. 45-60. (In English).
25. Vogel R.F. Genetics of LAB / R.F. Vogel // Int. J. Food Microbiology. – 1997. – Vol. 36. – P. 179-186. (In English).
26. Gobbetti M. Italian sourdough / M. Gobbetti // Food Microbiology. – 2005. – Vol. 22. – P. 321-331. (In English).
27. De Angelis M. Proteolysis in sourdough / M. De Angelis // J. Proteome Research. – 2007. – Vol. 6. – P. 333-345. (In English).
28. Di Cagno R. Sourdough fermentation / R. Di Cagno // Trends Food Sci. – 2013. – Vol. 29. – P. 23-34. (In English).
29. Arendt E.K. Cereal fermentation / E.K. Arendt // Food Microbiology. – 2007. – Vol. 24. – P. 165-174. (In English).
30. Leroy F. Lactic acid bacteria / F. Leroy, L. De Vuyst // Trends Food Sci. – 2004. – Vol. 15. – P. 67-78. (In English).

Г.С. Рысбаева¹, Д.Е. Кудасова^{1*}, Г.Б. Алпамысова¹, Қ.Ш. Нұрғазы²

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
160000, Қазақстан Республикасы, г.Шымкент, Тауке хан даңғылы 5
²«Шығыс Қазақстан ауыл шаруашылығы Тәжірибелік станциясы» ЖШС,
Шығыс Қазақстан облысы, Глубокое ауданы, Попытное поле ауылы

*e-mail: dariha_uko@mail.ru

АШЫТҚЫЛАР МЕН СҮТҚЫШҚЫЛДЫ БАКТЕРИЯЛАРДЫҢ НАН ПІСІРУ ӨНДІРІСІНДЕГІ РӨЛІ ЖӘНЕ НАН САПАСЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУЫНА ӘСЕРІ

Мақалада ашыту үдерістерінің негізгі қатысушылары болып табылатын микроорганизмдердің нан пісіру өндірісіндегі рөлі қарастырылады. Ашытқылар мен сүтқышқылды бактерияларға, олардың өзара әрекеттесуіне және нанның құрылымын, дәмін, иісін және тағамдық құндылығын қалыптастыруға әсеріне ерекше назар аударылады. Тестідегі микроорганизмдердің метаболиттік белсенділігі туралы заманауи ғылыми деректер талданды, сондай-ақ олардың өсуі мен дамуына әсер ететін факторлар, соның ішінде температура, орта құрамы және технологиялық параметрлер қарастырылды. Нан пісіруде пробиотикалық дақылдарды қолданудың заманауи тәсілдері өнімнің функционалдық құндылығын арттыруға бағытталған.

Сонымен қатар, шикізат пен дайын өнімнің микробиологиялық контаминациясын бақылау әдістеріне назар аударылады, бұл нан-тоқаш өнімдерінің қауіпсіздігі мен тұрақты сапасын қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Басқарылатын микробиологиялық үдерістерді қолдану технологиялық сипаттамаларды жақсартып қана қоймай, өнімнің биологиялық құндылығын арттыруға мүмкіндік беретіні көрсетілген.

Осылайша, нан пісіру өндірісінің дамуы микроорганизмдердің рөлін терең түсінумен тығыз байланысты. Микробиология және биотехнология саласындағы заманауи жетістіктер технологияларды жетілдіруге, өнімнің сапасы мен қауіпсіздігін арттыруға жағдай жасайды, бұл тағам өнімдеріне қойылатын талаптардың өсуі жағдайында ерекше маңызды.

Түйін сөздер: микроорганизмдер, нан пісіру өндірісі, ашытқылар, сүтқышқылды бактериялар, микробиологиялық қауіпсіздік, микробиологиялық ластану.

G.S. Rysbayeva¹, D.E. Kudasova^{1*}, G.B. Alpamysova¹, Q.Sh. Nurgazy²

¹M.Auezov South Kazakhstan University,

160000, Republic of Kazakhstan, Shymkent, 5 Tauke Khan Avenue

²LLP «East Kazakhstan Agricultural Experimental Station»,

East Kazakhstan Region, Glubokovsky District, Opytnoye Pole Village

*e-mail: dariha_uco@mail.ru

THE ROLE OF YEASTS AND LACTIC ACID BACTERIA IN BREADMAKING AND THEIR IMPACT ON BREAD QUALITY FORMATION

This article examines the role of microorganisms in breadmaking, as key participants in fermentation processes. Special attention is given to yeasts and lactic acid bacteria, their interaction, and their influence on the formation of bread structure, taste, aroma, and nutritional value. Modern scientific data on the metabolic activity of microorganisms in dough are analyzed, as well as factors affecting their growth and development, including temperature, medium composition, and technological parameters. Contemporary approaches to the use of probiotic cultures in bread production are also considered, aimed at enhancing the functional value of the final product.

Particular attention is paid to methods of controlling microbiological contamination of raw materials and finished products, which is essential for ensuring the safety and consistent quality of bakery products. It is shown that the use of controlled microbiological processes not only improves technological characteristics but also enhances the biological value of the product.

Thus, the development of breadmaking is closely linked to a deeper understanding of the role of microorganisms. Advances in microbiology and biotechnology create opportunities for improving technologies, enhancing product quality, and ensuring safety, which is especially important in the context of increasing demands for food products.

Key words: microorganisms, bakery production, yeasts, lactic acid bacteria, microbiological safety, microbial contamination.

Сведения об авторах

Гульнара Султанбековна Рысбаева – старший преподаватель кафедры «Биотехнология», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Республика Казахстан; e-mail: rysbaeva.62@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7316-6901>.

Дариха Ерадиловна Кудасова* – преподаватель кафедры «Биотехнология», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Республика Казахстан; e-mail: kudasova.darikha@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8530-3443>.

Гулжайна Байгонысовна Алпамысова – заведующий кафедрой «Биотехнология», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Республика Казахстан; e-mail: Хар68@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1533-0366>.

Куат Шайполлаұлы Нұрғазы – доктор сельскохозяйственных наук, профессор и.о. заведующий отдела кормопроизводства ТОО «Восточно-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция» Глубоковский район, с. Опытное поле; e-mail: n.k.sh@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3153-3083>.

Авторлар туралы мәлімет

Гүлнара Сұлтанбекқызы Рысбаева – «Биотехнология» кафедрасының аға оқытушысы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы; e-mail: rysbaeva.62@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7316-6901>.

Дариха Ерадиловна Кудасова* – «Биотехнология» кафедрасының оқытушысы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы; e-mail: kudasova.darikha@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8530-3443>.

Гулжайна Байгонысовна Алпамысова – «Биотехнология» кафедрасының меңгерушісі, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан Республикасы; e-mail: Хар68@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1533-0366>.

Қуат Шайполлаұлы Нұрғазы – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Шығыс Қазақстан ауыл шаруашылығы Тәжірибелік станциясы» ЖШС жемшөп өндіру бөлімінің меңгерушісі М.А. Глубокое ауданы, тәжірибелік алаң ауылы; e-mail:n.k.sh@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3153-3083>.

Information about the authors

Gulnara Sultanbekovna Rysbayeva – Senior Lecturer at the Department of Biotechnology, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan; e-mail: rysbaeva.62@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7316-6901>.

Darikha Yeradilovna Kudasova* – Lecturer at the Department of Biotechnology, South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan; e-mail: kudasova.darikha@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8530-3443>.

Gulzhaina Baigonysovnay Alpaymysova – Head of the Department of Biotechnology, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Republic of Kazakhstan; e-mail: Xap68@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1533-0366>.

Kuat Shaipollayevich Nurgazy – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Acting Head of the Feed Production Department of East Kazakhstan Agricultural Experimental Station LLP Glubokovsky district, village of Experimental Field; e-mail:n.k.sh@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3153-3083>.

Поступила в редакцию 01.04.2026

Поступила после доработки 30.04.2026

Принята к публикации 04.05.2026

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2\(22\)-42](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2(22)-42)



МРНТИ: 62.13.27

С.С. Каримова*, А.У. Исаева², А.Е. Тлеукеева¹

¹Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова,
160012, Республика Казахстан, г. Шымкент, проспект Тауке хана, 5

²Шымкентский Университет,
160031, Республика Казахстан, г. Шымкент, Каратауский район, Тассайский подрайон,
улица Жибек жолы, земельный участок №6

*e-mail: saulet_ka@mail.ru

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ ТУРКЕСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕРАБОТКИ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОГО СЫРЬЯ

Аннотация: Растительные остатки являются важным компонентом экосистемы и источником органического вещества для почвы, играя ключевую роль в круговороте углерода и формировании гумуса. В условиях Туркестанской области, характеризующейся аридным климатом, изучение микробного разнообразия растительных остатков особенно актуально для оценки процессов разложения целлюлозы и полисахаридов.

Цель исследования заключалась в изучении состава целлюлозолитических микроорганизмов в растительных остатках и оценке их функционального потенциала для биотехнологического применения. Основные направления работы включали выделение бактерий и грибов, их морфологическую и количественную характеристику, идентификацию методом MALDI-TOF, а также анализ их роли в разложении целлюлозы и формировании почвенного гумуса.

Научная значимость исследования заключается в уточнении структуры микробного сообщества растительных остатков аридного региона и выявлении видов с высокой ферментативной активностью, что расширяет знания о целлюлозолитических бактериях и грибах. Практическая значимость работы заключается в использовании полученных данных для разработки биотехнологических подходов переработки растительных остатков и повышения плодородия почв.

©С.С. Каримова, А.У. Исаева, А.Е. Тлеукеева, 2026