

Diana Sviderskaya – Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of «Architecture and design», Toraighyrov University, Pavlodar city, Republic of Kazakhstan; e-mail: sofisev@rambler.ru. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3329-1126>.

Gaukhar Turgaliyeva Yussupova – PhD; Senior Lecturer; Department of Standardization, Metrology and Certification, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana city, Republic of Kazakhstan; e-mail: gauhar_20_90@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1722-1294>.

Zhazira Kusanovna Shadyarova – PhD; Senior Lecturer; Department of Standardization, Metrology and Certification, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana city, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhazira_shadyarova@bk.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9379-5735>.

Редакцияға енуі 18.07.2025
Өңдеуден кейін түсуі 09.09.2025
Жариялауға қабылданды 10.09.2025

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-3\(19\)-52](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2025-3(19)-52)



MPHTI: 68.41.29

Ж.Х. Какимова*, К.С. Жарыкбасова², А.Е. Бепеева¹, Г.О. Миращева¹, Г.Ш. Бейсембаева¹

¹Шәкәрім университеті,

071412, Республика Казахстан, область Абай, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

²Alikhan Bokeikhan University,

071400, Республика Казахстан, область Абай, г. Семей, ул. Мәңгілік Ел, 11

*e-mail: zhaynagul.kakimova@mail.ru

ПОСТБИОТИЧЕСКИЕ ПРОДУЦЕНТЫ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация: В статье представлены результаты исследования апробации штамм-ориентированного подхода к первичному отбору продуцентов постбиотиков на основе морфолого-тинкториального скрининга культур, выделенных из трёх контрастных матриц: кумыса, шубата и квашеной капусты. Установлено, что для кумыса характерно доминирование дрожжевого морфотипа (*Saccharomyces s.l.*), для шубата выявлены совместно палочковые и кокковые молочнокислые бактерии при участии дрожжей; для квашеной капусты – молочнокислых микроорганизмов с мукоидными фенотипами, указывающими на экзополисахаридогенез. По совокупности микроморфологических и колониальных признаков сформирована коллекция штаммов-кандидатов с потенциалом получения постбиотических фракций целевой направленности (антиоксидантной, противовоспалительной, иммуномодулирующей), технологически совместимых с молочными продуктами. Практическая значимость результатов заключается в том, что предложенный первичный скрининг позволяет быстро и воспроизводимо выделять релевантные штаммы-кандидаты, формирует чёткие критерии перехода к подтверждающей идентификации (биохимические и молекулярные методы) и задаёт исходные ориентиры для подбора параметров получения постбиотических фракций, полученные данные могут быть непосредственно использованы для планирования последующих лабораторных и технологических испытаний при разработке функциональных молочных продуктах. Ограничения морфологического подхода (таксономическая точность до уровня рода) компенсируются намеченной валидацией инструментальными методами. Итогом работы является методически выверенная основа для дальнейшей селекции продуцентов постбиотиков и подготовки к их внедрению в технологии функциональных молочных продуктов.

Ключевые слова: постбиотики, молочнокислые микроорганизмы, кумыс, шубат, квашеная капуста.

Введение

Исследования, направленные на получение постбиотиков как основы для создания биологически активной добавки нового поколения, предназначенной для целенаправленного улучшения функциональных свойств молочных продуктов, являются научно и технологически значимым направлением. В отличие от живых пробиотических культур, постбиотические фракции (метаболиты и/или компоненты клеточных структур) характеризуются повышенной

стабильностью к термическим и pH-нагрузкам, предсказуемостью дозирования и благоприятным профилем безопасности. Это делает их перспективными ингредиентами для молочных продуктов, для которых необходимы длительный срок хранения, заданные функциональные свойства и минимизация рисков, связанных с использованием жизнеспособных микроорганизмов [1-3].

Постбиотики представляют собой фракции, получаемые из штаммов микроорганизмов, способных в ходе метаболизма синтезировать и секретировать биологически активные соединения. К основным продуцентам относят пробиотические представители родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, а также культуры *Streptococcus thermophilus*, *Propionibacterium shermanii* (= *P. freudenreichii* subsp. *shermanii*) и дрожжи *Saccharomyces boulardii*. Эти микроорганизмы, естественно обитающие в различных экосистемах, включая желудочно-кишечный тракт человека, либо задействованные в ферментации пищевых продуктов, формируют широкий спектр метаболитов – от короткоцепочечных жирных кислот и пептидов (в т.ч. бактериоцинов) до ферментов, экзополисахаридов и иных биоактивных молекул [4-8].

Функциональная активность постбиотических фракций носит выражено штамм-специфический характер: качественный/количественный профиль экзополисахаридов, органических кислот, пептидов/бактериоцинов и фрагментов клеточной стенки определяется параметрами культивирования, инактивации и фракционирования. В условиях производства молочных продуктов, предъявляющих высокие требования к стабильности, управляемости кислотонакопления, текстурообразованию и микробиологической безопасности, необходим штамм-ориентированный подход, связывающий «штамм → процесс → состав постбиотика → функциональный эффект» и обеспечивающий серийную воспроизводимость [9].

С практической точки зрения важное значение имеют два взаимосвязанных этапа:

- селекция перспективных продуцентов среди молочнокислых микроорганизмов и дрожжей с учётом технологических критериев;
- стандартизация методики получения постбиотиков.

Такой подход снижает вариабельность между сериями, упрощает контроль качества и способствует последующему введению ингредиента в технологии производства кисломолочных продуктов [10, 11].

Для расширения штаммового разнообразия источниками изолятов в данной работе были выбраны традиционные ферментированные продукты – кумыс, шубат и квашеная капуста. Отобранные объекты охватывают ключевые роды пробиотических микроорганизмов – палочковые *Lactobacillus* s.l., кокковые *Lactococcus/Leuconostoc* и дрожжи *Saccharomyces* s.l. – которые служат источниками постбиотических фракций с целевыми эффектами (иммуномодуляция, антагонизм к патогенам, улучшение реологических свойств). Такой выбор объектов позволяет включить в скрининг как палочковые, так и кокковые молочнокислые бактерии, а также дрожжи, что повышает вероятность отбора продуцентов с заданным постбиотическим профилем для производства функциональных молочных продуктов.

Цель исследования – разработать и апробировать штамм-ориентированный алгоритм отбора продуцентов постбиотиков (изолятов из кумыса, шубата и квашеной капусты) для производства функциональных молочных продуктов.

Методы исследования

В качестве объектов исследования использованы традиционные ферментированные продукты: кумыс и шубат (производитель Saumal Deluxe), а также квашеная капуста (ферментационный сок).

Культуральный метод исследования.

Выделение бактериальных культур осуществляли из ферментационного сока квашеной капусты, а также из кумыса и шубата. Для растительной матрицы 1,0 мл самопроизвольно отделившегося сока отбирали стерильно, готовили десятикратные разведения в стерильной дистиллированной воде и наносили поверхностным способом на агаризованную питательную среду (СПА); чашки инкубировали при 22 °C до появления изолированных колоний в течение 72 часов, после чего выполняли последовательные штриховые пересевы (не менее трёх циклов) до получения морфологически однородной культуры. Пробы кумыса и шубата после гомогенизации высевали методом штриха на СПА и инкубировали при 30 °C; учёт роста проводили через 48 ч с последующим выделением чистых культур многократным штриховым пересечением при тех же условиях. При проведении

исследования соблюдались асептические условия, чистоту изолятов контролировали по однородности колоний и микроскопической картине.

Метод идентификации штаммов микроорганизмов.

Для первичной идентификации бактерий выполняли Грам-окрашивание с последующей микроморфологической оценкой на световом микроскопе LEICA DM500 (объектив $\times 40$). Мазки готовили из культур возрастом < 24 ч. Суспензию микроорганизмов наносили бактериологической петлёй на обезжиренное предметное стекло, высушивали на воздухе и фиксировали. Далее на мазок поместили полоску фильтровальной бумаги и нанесли 3 капли карболового раствора генцианвиолета с выдержкой около 3-х минут, затем слили краску, убрали фильтровальную бумагу и сполоснули мазок дистиллированной водой в течение 30 секунд. После этого обрабатывали раствором Люголя в течение 2 минут и вновь промывали в течение 10 секунд. Обесцвечивание проводили 96%-ным этанолом до полного обесцвечивания в течение 60 секунд, после чего мазок промывали дистиллированной водой в течение 2 минут и докрашивали фуксином Циля в течение 2 минут. Окончательную промывку проводили дистиллированной водой в течение 1 минуты и высушивали на воздухе. Грам-реакцию (Gram+/-), форму и характер расположения клеток регистрировали по окрашенным препаратам с помощью микроскопа LEICA DM500.

Результаты исследования

На основании проведённых экспериментальных исследований выполнены идентификация и отбор перспективных штаммов пробиотических микроорганизмов, обладающих высоким потенциалом для получения постбиотиков с антиоксидантной, противовоспалительной и иммуномодулирующей активностью. Полученные результаты будут использованы для дальнейшей апробации и стандартизации методик выделения постбиотиков, а также для разработки технологий функциональных молочных продуктов.

На первом этапе проведены исследования по культивированию и выделению штаммов молочнокислых микроорганизмов из ферментированных продуктов (кумыс, шубат, квашеная капуста).

На рисунке 1 представлена колония микроорганизмов, выделенных из кумыса, на среде питательной агар (СПА), 30 °C, 48 ч.



Рисунок 1 – Колония микроорганизмов, выделенных из кумыса

На рисунке 2 представлена колония микроорганизмов, выделенных из шубата, на среде питательной агар (СПА), 30 °C, 48 ч.



Рисунок 2 – Колония микроорганизмов, выделенных из шубата

На рисунке 3 представлена колония микроорганизмов, выделенных из квашеной капусты, на среде питательной агар (СПА), 22 °C, 72 ч.



Рисунок 3 – Колония микроорганизмов, выделенных из квашеной капусты

Характеристика колоний штаммов молочнокислых микроорганизмов, выделенных из ферментированных продуктов, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Морфологическая характеристика колоний изолятов по трём продуктам

Наименование продукта	Основной морфологический тип	Диаметр, мм	Профиль	Описание края	Поверхность/цвет	Особые признаки
Кумыс	дрожжевой морфотип (при наличии единичных молочнокислых микроорганизмов)	1-3	куполообразные, плотные	ровный	гладкая, кремовая	отдельные мелкие колонии молочнокислых микроорганизмов; отсутствие плёнки
Шубат	смесь молочнокислых микроорганизмов (палочковые/кокковые) с участием дрожжей	0,5-3	низковыпуклые и умеренно выпуклые	ровный/слегка волнистый	гладкая; местами полублестящая	локальные мукоидные очаги; колонии различного диаметра в одной чашке
Квашеная капуста	молочнокислых микроорганизмов; присутствуют мукоидные фенотипы (возможные EPS-продуценты)	0,5-1,5 (микроколонии <0,5)	преимущественно низковыпуклые	ровный; мукоидных - волнистый	гладкая или мукоидная, беловато-кремовая	склонность к слиянию вдоль линий штриха; ранние точечные колонии

На основании проведенных исследований сформирована коллекция культур, выделенных из кумыса, шубата и квашеной капусты; по совокупности морфолого-тинкториальных признаков выполнена предварительная таксономическая идентификация до уровня рода: для кумыса характерно преобладание дрожжевого морфотипа, для шубата – сочетание палочковых и кокковых LAB с участием дрожжей, для квашеной капусты – LAB с мукоидными фенотипами (вероятные продуценты экзополисахаридов).

На следующем этапе исследований проведена идентификация штаммов молочнокислых микроорганизмов.

Идентификацию культур, выделенных из кумыса и шубата выполняли по совокупности тинкториальных и морфологических признаков: Грам-окраска и световая микроскопия (LEICA DM500, $\times 40$) в сочетании с анализом макроморфологии колоний на СПА (30°C , 48 ч).

Идентификацию выделенных из квашеной капусты культур выполняли по совокупности тинкториальных и морфологических признаков: Грам-окраска и световая микроскопия (LEICA DM500, $\times 40$) в сочетании с анализом макроморфологии колоний на агаризованной среде СПА при 22°C (инкубация 72 ч).

Результаты исследования представлены на рисунках 4-6.

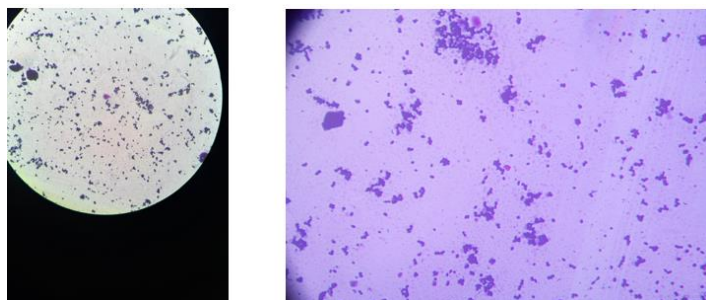


Рисунок 4 – Микрофотография мазка кумыса, окрашенного по Граму ($\times 40$)

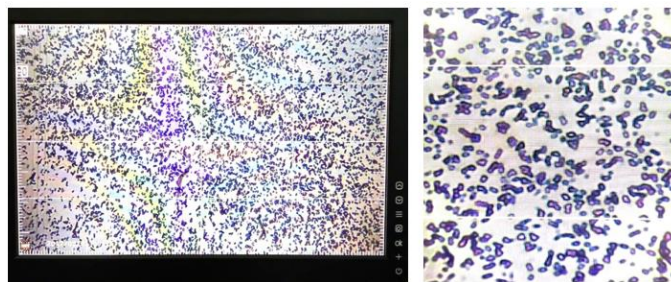


Рисунок 5 – Микрофотография мазка шубата, окрашенного по Граму (×40)



Рисунок 6 – Микрофотография мазка квашеной капусты, окрашенного по Граму (×40)

На микрофотографиях (рис. 4-6) видны грамположительные палочки и кокки, располагающиеся одиночно, диплококками и короткими цепочками; спорообразование и подвижность в пределах световой микроскопии не отмечены. Совокупность признаков соответствует молочнокислым бактериям: палочковые формы совместимы с *Lactobacillus* s.l., кокковые – с *Lactococcus/Leuconostoc*; в препаратах кумыса возможны единичные дрожжевые клетки.

Обсуждение научных результатов

Морфологический анализ колоний на неспецифической агаризованной среде (СПА) показал воспроизводимые различия между объектами и обеспечил первичную дифференциацию культур до уровня диагностических групп. На рисунках 1, 2 и 3 приведены изображения колоний, полученных из кумыса, шубата и квашеной капусты при стандартизированных режимах инкубации, а сводные количественно-качественные признаки (диаметр, профиль, край, поверхность и особые признаки) представлены в таблице 1. Эти данные используются как первый этап для отбора штаммов-кандидатов с требуемым технологическим потенциалом.

Как видно из рисунка 1 и таблицы 1 в кумысе преобладают кремовые куполообразные колонии диаметром 1-3 мм спустя 48 ч при 30 °С. Края ровные, поверхность гладкая, структура плотная. Такой фенотип характерен для дрожжей (*Saccharomyces*) и согласуется с ожидаемым вкладом дрожжевой фракции в ароматизацию и газообразование в молочных ферментациях. Отмечены единичные мелкие колонии молочнокислых бактерий, плёнка на поверхности отсутствует, что указывает на отсутствие выраженного плёночного дрожжевого роста. В совокупности признаки подтверждают дрожжевой профиль кумыса на этапе первичного высева и показывают целесообразность проведения дальнейших тестов инактивации и контроля отсутствия жизнеспособных клеток при получении дрожжевых постбиотических фракций.

Как видно из рисунка 2 и таблицы 1 в шубате наблюдается широкий диапазон диаметров колоний (0,5-3 мм) и смешанный рельеф (низко- и умеренно выпуклые колонии) при ровном или слегка волнистом крае; поверхность преимущественно гладкая, местами полублестящая. Локальные мукоидные очаги указывают на присутствие экзополисахарид-образующих изолятов. Такая картина типична для сосуществования палочковых и кокковых молочнокислых бактерий с участием дрожжей и удобна для подбора культур: палочковые изоляты дают быстрый темп кислотонакопления, кокковые потенциально вносят вклад в накоплении экзополисахаридов.

Как видно из рисунка 3 и таблицы 1 в квашеной капусте преимущественно отмечаются низко-выпуклые колонии 0,5-1,5 мм с ровным краем у гладких форм и волнистым краем у

мукоидных, поверхность беловато-кремовая; характерна склонность к слиянию вдоль линий штриха и присутствие ранних точечных микроколоний. Комплекс признаков указывает на доминирование молочнокислых бактерий с мукоидными фенотипами (вероятные продуценты экзополисахаридов, чаще *Leuconostoc*), что технологически значимо для текстуроформирования и стабилизации молочных продуктов (увеличение вязко-пластических характеристик, снижение синерезиса).

Выявленные макропризнаки позволяют рационально сузить пул изолятов для технологического тестирования и подбора условий получения постбиотических фракций: дрожжевые изоляты кумыса – кандидаты для получения β -глюкан/маннан-содержащих фракций; молочнокислые бактерии шубата – для органокислотно-пептидных и бактериоцин-содержащих фракций; мукоидные молочнокислые бактерии квашеной капусты – для фракций экзополисахаридов, улучшающих структуру молочных продуктов. Таким образом, данные рисунков 1, 2, 3 и таблицы 1 являются первым этапом отбора продуцентов с заданной технологической совместимостью.

Как видно из рисунка 4 в кумысе преобладают грамположительные палочки и кокки ($\approx 0,8-1,5$ мкм), располагающиеся одиночно, парами и в коротких цепочках; спорообразование и подвижность в пределах световой микроскопии не выявлены. Колонии преимущественно изолированные, округлые, беловато-кремовые, гладкие, с ровным краем и низкой выпуклостью, локально наблюдаются небольшие слияния. Совокупность признаков соответствует молочнокислым микроорганизмам палочкового и коккового типа, вероятны представители родов *Lactobacillus*/*Lacticaseibacillus* и *Lactococcus*, признаки, характерные для *Leuconostoc* (выраженная мукоидность), выражены слабее. Дополнительно в кумысе фиксируются дрожжи: овальные клетки с почкованием и гладкие куполообразные кремовые колонии ($\approx 1-3$ мкм), что совместимо с родом *Saccharomyces*.

Таким образом, выявленная конфигурация микробного сообщества (молчнокислые микроорганизмы палочкового и коккового типа при участии дрожжей) согласуется с типичным процессом молочнокислой ферментации кумыса. Бактерии обеспечивают кислотонакопление и базовый ароматический профиль, тогда как дрожжи (*Saccharomyces*) способствуют газообразованию и летучих компонентов аромата при невысокой вероятности выраженного образования экзополисахаридов. Для прикладной селекции целесообразно применить в первую очередь палочковые молочнокислые микроорганизмы с устойчивой кинетикой подкисления и кокковые молочнокислые микроорганизмы с потенциалом бактериоциногенеза, а дрожжевые изоляты рассматривать как источники постбиотических фракций при обязательной верификации штаммов и подтверждении активности инструментальными и молекулярно-генетическими методами.

Как видно из рисунка 5 в шубате преобладают грамположительные палочки и кокки ($\approx 0,8-1,8$ мкм), располагающиеся одиночно, попарно и короткими цепочками, спорообразование и подвижность в пределах световой микроскопии не выявлены. Колонии преимущественно округлые, беловато-кремовые, гладкие, с ровным краем и низкой выпуклостью, локально отмечаются плотные скопления и отдельные мукоидные очаги с тенденцией к слиянию. Совокупность признаков указывает на LAB-сообщество: палочковая фракция соответствует *Lactobacillus* (в т.ч. *Lacticaseibacillus*, *Levilactobacillus*), кокковая – совместима с *Lactococcus*/*Enterococcus* (морфологически неразличимы без дополнительных тестов), мукоидные колонии типичны для *Leuconostoc* spp.

Таким образом, микробное сообщество шубата представляет собой смешанную консорцию молочнокислых микроорганизмов, в которой палочковые *Lactobacillus* обеспечивают выраженное кислотонакопление, а кокковые *Lactococcus*/*Enterococcus* и мукоидные *Leuconostoc* свидетельствуют о потенциале экзополисахаридогенеза, что обосновывает подбор культур и преобладание штаммов-кандидатов для текстуроформирования с последующей верификацией биохимическими и молекулярными методами.

Как видно из рисунка 6 в квашеной капусте совокупность признаков указывает на доминирование молочнокислой микрофлоры: гладкие низко-выпуклые колонии с короткими палочками/коккобациллами соответствуют лактобациллам (*Lactobacillus* s.l.), вероятно представителям групп *Lactiplantibacillus* и/или *Levilactobacillus*, мукоидные скопления типичны для экзополисахарид-образующих кокков *Leuconostoc*/*Weissella*.

Таким образом, микробиота квашеной капусты характеризуется доминированием молочнокислых микроорганизмов палочкового типа при заметном участии экзополисахарид-образующих кокков, что указывает на высокий потенциал получения экзополисахарид-содержащих постбиотических фракций, перспективных для текстуроформирования и стабилизации молочных продуктов (повышение вязко-пластических свойств, снижение синерезиса).

Заключение

В данной работе апробирован штамм-ориентированный подход к первичному отбору продуцентов постбиотиков, основанный на морфолого-тинкториальном скрининге культур, выделенных из трёх контрастных матриц (кумыс, шубат, квашеная капуста). Получены чистые культуры, выполнена предварительная идентификация до уровня рода и сформирована коллекция штаммов микроорганизмов для производства функциональных молочных продуктов. По совокупности признаков установлено, что для кумыса характерно доминирование дрожжевого морфотипа (*Saccharomyces s.l.*), для шубата – смешанное сообщество палочковых и кокковых молочнокислых микроорганизмов с участием дрожжей, для квашеной капусты – молочнокислых микроорганизмов с мукоидными фенотипами (вероятные продуценты экзополисахаридов).

Практическая значимость результатов состоит в том, что уже на этапе скрининга сформирована поэтапная система отбора штаммов для целенаправленного получения постбиотических фракций: дрожжевые изоляты кумыса – потенциальный источник β -глюкан/маннан-содержащих фракций; молочнокислые микроорганизмы шубата – органо-кислотно-пептидных и бактериоцин-содержащих фракций; мукоидные молочнокислые микроорганизмы квашеной капусты – экзополисахаридной фракции для текстуроформирования и стабилизации молочных продуктов. Такой профиль открывает возможности для разработки функциональных молочных продуктов с прогнозируемыми реологическими и микробиологическими характеристиками, а также с ожидаемыми антиоксидантными, противовоспалительными и иммуномодулирующими эффектами.

В целом полученные данные создают доказательную основу для схемы «штамм → процесс → состав постбиотика → функциональный эффект» и служат отправной точкой для масштабируемой, воспроизводимой и безопасной интеграции постбиотических ингредиентов в технологии функциональных молочных продуктов.

Список литературы

1. Корниенко Е.А. Пробиотики, постбиотики и парапробиотики / Е.А. Корниенко // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2022. – № 205(9). – С. 240-250.
2. Хавкин А.И. Кисломолочные продукты и постбиотики / А.И. Хавкин, Т.А. Ковтун // РМЖ. Мать и дитя. – 2023. – Т. 6, № 4. – С. 417-424.
3. Рожкова И.В. Постбиотики как потенциальные компоненты кисломолочных продуктов с функциональными свойствами / И.В. Рожкова, В.А. Леонова, А.В. Бегунова // Молочная промышленность. – 2022. – № 3. – С.16-18.
4. Бегунова А.В. Оценка потенциала пропионовокислых бактерий для получения постбиотиков / А.В. Бегунова, Н.А. Жижин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2022. – № 4. – С. 102-112.
5. Characterisation of the probiotic potential of *Lactiplantibacillus plantum* K16 and its ability to produce the postbiotic metabolite γ -aminobutyric acid / L. Diez-Gutiérrez et al // Journal of Functional Foods. – 2022. – Vol.97. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105230>.
6. A refined medium to enhance the antimicrobial activity of postbiotic produced by *Lactiplantibacillus plantarum* RS5 / M.F. Ooi et al // Scientific Reports. – 2021. – Vol. 11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87081-6>.
7. Fermentation Optimization for Co-production of Postbiotics by *Bifidobacterium Lactis* BB12 in Cheese Whey / S. Amiri et al // Waste and Biomass Valorization. – 2021. – Vol.12. – P. 5869-5884.
8. Cuevas-González P.F. Postbiotics and parabiotics: From concepts to applications / P.F. Cuevas-González, A.M. Liceaga, J.E. Aguilar-Toalá // Food Research International. – 2020. – Vol. 136. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109502>.
9. Postbiotics: a perspective on their quantification / G. Vinderola et al // Frontiers in Nutrition. – 2025. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1582733>.

10. Paraprobiotics and postbiotics: concepts and potential applications in dairy products / C.P. Barros et al // Current Opinion in Food Science. – 2020. – Vol. 32. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.003>.
11. Development and properties of functional yoghurt enriched with postbiotic produced by yoghurt cultures using cheese whey and skim milk / S. Sadighbathi et al // Frontiers. – 2023. – Vol. 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1276268>.

References

1. Kornienko E.A. Probiotiki, postbiotiki i paraprobiotiki / E.A. Kornienko // Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya. – 2022. – № 205(9). – S. 240-250. (In Russian).
2. Khavkin A.I. Kislomolochnye produkty i postbiotiki / A.I. Khavkin, T.A. Kovtun // RMZH. Mat' i ditya. – 2023. – T. 6, № 4. – S. 417-424. (In Russian).
3. Rozhkova I.V. Postbiotiki kak potentsial'nye komponenty kislomolochnykh produktov s funktsional'nymi svoystvami / I.V. Rozhkova, V.A. Leonova, A.V. Begunova // Molochnaya promyshlennost'. – 2022. – № 3. – S.16-18. (In Russian).
4. Begunova A.V. Otsenka potentsiala propionovokislykh bakterii dlya polucheniya postbiotikov / A.V. Begunova, N.A. Zhizhin // Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya. – 2022. – № 4. – S. 102-112. (In Russian).
5. Characterisation of the probiotic potential of Lactiplantibacillus plantum K16 and its ability to produce the postbiotic metabolite γ -aminobutyric acid / L. Diez-Gutiérrez et al // Journal of Functional Foods. – 2022. – Vol.97. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105230>. (In English).
6. A refined medium to enhance the antimicrobial activity of postbiotic produced by Lactiplantibacillus plantarum RS5 / M.F. Ooi et al // Scientific Reports. – 2021. – Vol. 11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87081-6>. (In English).
7. Fermentation Optimization for Co-production of Postbiotics by Bifidobacterium Lactis BB12 in Cheese Whey / S. Amiri et al // Waste and Biomass Valorization. – 2021. – Vol.12. – R. 5869-5884. (In English).
8. Cuevas-González P.F. Postbiotics and parabiotics: From concepts to applications / P.F. Cuevas-González, A.M. Liceaga, J.E. Aguilar-Toalá // Food Research International. – 2020. – Vol. 136. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109502>. (In English).
9. Postbiotics: a perspective on their quantification / G. Vinderola et al // Frontiers in Nutrition. – 2025. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1582733>. (In English).
10. Paraprobiotics and postbiotics: concepts and potential applications in dairy products / C.P. Barros et al // Current Opinion in Food Science. – 2020. – Vol. 32. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.12.003>. (In English).
11. Development and properties of functional yoghurt enriched with postbiotic produced by yoghurt cultures using cheese whey and skim milk / S. Sadighbathi et al // Frontiers. – 2023. – Vol. 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1276268>. (In English).

Материалы подготовлены в рамках научного проекта грантового финансирования ИРН АР26198315 «Научно-практические аспекты разработки технологии функциональных молочных продуктов на основе БАД нового поколения».

Ж.Х. Какимова^{1*}, К.С. Жарыкбасова², А.Е. Бепеева¹, Г.О. Мирашева¹, Г.Ш. Бейсембаева¹

¹Шәкәрім Университет,

071412, Қазақстан Республикасы, Абай облысы, Семей қаласы, Глинки көшесі, 20А

²Alikhan Bokeikhan University,

071400, Қазақстан Республикасы, Абай облысы, Семей қаласы, Мәңгілік Ел көшесі, 11

*e-mail: zhaynagul.kakimova@mail.ru

ФУНКЦИОНАЛДЫ СҮТ ӨНІМДЕРІНЕ АРНАЛҒАН ПОСТБИОТИКАЛЫҚ ПРОДУЦЕНТТЕР

Мақалада үш түрлі контрастты матрицадан – қымыз, шұбат және ашытылған қырыққабаттан бөлінген мәдениеттерге негізделген постбиотик өндірушілерді бастапқы іріктеуге штамм-бағытталған тәсілдің морфологиялық-тинкториалдық скринингі бойынша апробация нәтижелері ұсынылған. Қымыз үшін Saccharomyces s.l. саңырауқұлақ морфотипінің үстемдігі анықталса, шұбатта ашытқылар қатысқан күйде таяқшалы және коктық сүтқышқылды бактериялары бірге табылды; сондай-ақ ашытылған қырыққабаттан экзополисахаридогенезге тән мукоидты фенотиптер бойынша сүтқышқылды микроорганизмдері

анықталды. Микроморфологиялық және колониялық белгілердің қосындысы бойынша мақсатқа бағытталған (антиоксидантты, қабынуға қарсы, иммуномодуляциялық) постбиотикалық фракцияларды алу әлеуеті бар, сүт өнімдерімен технологиялық тұрғыдан үйлесімді кандидат-штамдар коллекциясы қалыптастырылды. Нәтижелердің практикалық маңыздылығы – ұсынылған бастапқы скрининг релевантты кандидат-штамдарды жылдам және қайталанушылықпен іріктеуге мүмкіндік береді, растайтын идентификацияға (биохимиялық және молекулалық әдістер) өту критерийлерін анықтайды, сондай-ақ постбиотикалық фракцияларды алу параметрлерін таңдауда бастапқы бағытты белгілейді. Алынған мәліметтер функционалды сүт өнімдерін әзірлеу кезінде зертханалық және технологиялық сынақтарды жоспарлауға тура қолданылуы мүмкін. Морфологиялық тәсілдің шектеулері (таксономиялық дәлдік тек реттік деңгейде) аспаптық әдістермен болжамды валидация арқылы өтеледі. Жұмыстың қорытындысы – постбиотик өндірушілерді іріктеу және оларды функционалды сүт өнімдері технологиясына енгізуге даярлау бойынша әдістемелік тұрғыдан негізделген база болып табылады.

Түйін сөздер: постбиотиктер, сүтқышқылды бактериялары, қымыз, шұбат, ашытылған қырыққабат.

Zh. Kakimova^{1*}, K. Zharykbasova², A. Bepeyeva¹, G. Mirasheva¹, G. Beisembayeva¹

¹Shakarim University,

071412, Republic of Kazakhstan, Abai region, Semey city, Glinki street, 20A

²Alikhan Bokeikhan University,

071400, Republic of Kazakhstan, Abai region, Semey city, Mangilik street, 11

*e-mail: zhaynagul.kakimova@mail.ru

POSTBIOTIC PRODUCERS FOR FUNCTIONAL DAIRY PRODUCTS

*This study presents the results of testing a strain-oriented approach for the primary selection of postbiotic producers. The approach employs a morphological-tintorial screening of cultures isolated from three contrasting matrices: kumis, shubat, and sauerkraut. For kumis, a dominance of the yeast morphotype (*Saccharomyces s.l.*) was observed; in shubat, both rod-shaped and coccoid lactic acid bacteria were detected alongside yeasts; and in sauerkraut, lactic acid microorganisms exhibited mucoid phenotypes indicative of exopolysaccharide production. Based on combined micromorphological and colony characteristics, a collection of candidate strains was assembled these show potential to yield postbiotic fractions with targeted functional properties (antioxidant, anti-inflammatory, immunomodulatory) and are technologically compatible with dairy products. The practical significance lies in the rapid and reproducible identification of relevant candidate strains by the proposed primary screening. It also establishes clear criteria for progressing to confirmatory identification (using biochemical and molecular methods) and defines initial parameters for producing postbiotic fractions. The findings can be directly applied in planning subsequent laboratory and technological trials for the development of functional dairy products. While the morphological approach is limited to genus-level taxonomic precision, this is addressed through planned validation using instrumental methods. Overall, this work provides a methodologically sound foundation for further selection of postbiotic producers and their integration into functional dairy product technologies.*

Key words: postbiotic, lactic acid microorganisms, kumis, shubat, sauerkraut.

Сведения об авторах

Жайнагуль Хасеновна Какимова* – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Биоинженерлік жүйелер», Шәкәрім университет, г. Семей, Республика Казахстан; e-mail: zhaynagul.kakimova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3501-3042>.

Клара Сауыковна Жарыкбасова – доктор технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Прикладная биология», Alikhan Bokeikhan University, г. Семей, Республика Казахстан; e-mail: Klara_zharykbasova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2027-3183>.

Айгерим Ергалиевна Бепеева – PhD; старший преподаватель кафедры «Биоинженерлік жүйелер», Шәкәрім Университет, г. Семей, Республика Казахстан, Қазақстан Республикасы; e-mail: bepeyeva1987@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0097-8466>.

Гульмира Оразбековна Миращева – кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Биоинженерлік жүйелер», Шәкәрім Университет, г. Семей, Республика Казахстан; e-mail: gulmira_mir@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4286-4563>.

Галия Шамшихановна Бейсембаева – PhD студент кафедры «Пищевой технологии», Шәкәрім Университет, г. Семей, Республика Казахстан; e-mail: beysembaeva69@mail.ru.

Авторлар туралы мәліметтер

Жайнагуль Хасеновна Какимова* – техника ғылымдарының кандидаты, «Биоинженерлік жүйелер» кафедрасының қауымдастырылған профессор, Семей қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: zhaynagul.kakimova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3501-3042>.

Клара Сауықовна Жарыкбасова – техника ғылымдарының докторы, «Прикладная биология» кафедрасының қауымдастырылған профессор, Alikhan Bokeikhan University, Семей қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: Klara_zharykbasova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2027-3183>.

Айгерим Ергалиевна Бепеева – PhD; «Биоинженерлік жүйелер» кафедрасының аға оқытушы, Шәкәрім Университет, Семей қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: bepeyeva1987@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0097-8466>.

Гульмира Оразбековна Мирашева – техника ғылымдарының кандидаты, «Биоинженерлік жүйелер» кафедрасының қауымдастырылған профессор, Семей қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: gulmira_mir@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4286-4563>.

Галия Шамшихановна Бейсембаева – Тамақ технологиясы кафедрасының PhD студенті, Шәкәрім Университет, Семей қаласы, Қазақстан Республикасы; e-mail: beysembaeva69@mail.ru.

Information about the authors

Zhaynagul Kakimova* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of «Department of Bioengineering Systems», Shakarim University, Semey city, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhaynagul.kakimova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3501-3042>.

Klara Zharykbasov – Doctor of Technical Science, Associate Professor of «Applied biology», Alikhan Bokeikhan University, Semey city, Republic of Kazakhstan; e-mail: Klara_zharykbasova@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2027-3183>.

Aigerim Bepeyeva – PhD, senior lecture of «Department of Bioengineering Systems», Shakarim University, Semey city, Republic of Kazakhstan; e-mail: bepeyeva1987@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0097-8466>.

Gulmira Mirasheva – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of «Department of Bioengineering Systems», Shakarim University, Semey city, Republic of Kazakhstan; e-mail: gulmira_mir@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4286-4563>.

Galiya Beisembayeva – PhD student of Department of Food Technology, Shakarim University, Semey city, Republic of Kazakhstan; e-mail: beysembaeva69@mail.ru.

Поступила в редакцию 07.07.2025

Поступила после доработки 03.09.2025

Принята к публикации 10.09.2025