

Шолпан Арыстанбекқызы Тұрсынбаева – PhD Doctor, Lecturer at the Department of “Technology of Bakery Products and Processing Industries”, Almaty Technological University, Kazakhstan, e-mail: sholpan_venera02@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9645-3634>

Жулдыз Канатовна Нургожина – doctoral student, senior lecturer at the Department of Technology of Bakery Products and Processing Industries, Almaty Technological University, Kazakhstan, e-mail: juldyz_900@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6576-4445>.

Айдана Аширқызы Баялы– Master's student of the Department of Food Production and Biotechnology; Taraz Regional University named after M.H. Dulati, Kazakhstan; e-mail: g.meken@mail.ru.

Редакцияға енуі 18.01.2024

Өңдеуден кейін түсуі 14.02.2024

Жариялауға қабылданды 16.02.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-12

MPHTI: 65.63.33



М.К. Алимарданова, В.М. Бакиева*, Д.А. Тлевлесова

Алматинский технологический университет,
050000, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Толе би, 100

*e-mail: venerabakieva@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫБОР БИОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ БОЯРЫШНИКА, РЯБИНЫ И ПУСТЫРНИКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

Аннотация: Ускоренное развитие урбанизации несет с собой проблемы для окружающей среды и оказывает отрицательное воздействие на здоровье людей. Загрязнение воздуха, воды и ограниченный доступ к природным ресурсам становятся серьезными вызовами. Тем не менее, инновационные продукты, включающие технологии энтеросорбции, представляют потенциальное решение для улучшения общественного здоровья. Эти продукты способствуют эффективному удалению токсичных веществ из организма, смягчая негативное воздействие урбанизации на здоровье.

В контексте йогурта с LABR было выявлено, что он более стабилен к отделению сыворотки и сохранению влаги. Пребиотики оказывают положительное воздействие на водоудерживающую способность, хотя этот эффект может уменьшаться со временем. Оптимальная концентрация бактерий LABR также подчеркивает важность точного баланса, после которого дополнительное увеличение не приносит значительных улучшений. Эти результаты могут быть использованы для оптимизации производства йогурта, учитывая его структуру и свойства на протяжении срока годности.

С учетом данных исследования можно сделать вывод, что для достижения максимальной эффективности биоудаления тяжелых металлов необходимо оптимальное сочетание концентрации бактерий *L. acidophilus* и концентрации металлов, достигаемое на четвертый день после добавления пребиотиков. Эти результаты имеют практическое значение для процессов очистки водных сред от тяжелых металлов, предоставляя основу для оптимизации условий биоудаления в промышленных и экологических приложениях.

Ключевые слова: рябина, боярышник, пустырник, кисломолочный продукт, кадмий, свинец.

Введение

Молочнокислые бактерии, присутствующие в кисломолочных продуктах, не только участвуют в смягчении воздействия окружающей среды на организм человека, но также способствуют выведению токсинов из организма. Это дополнительное свойство,

направленное на поддержание здоровья в условиях экологического давления, может быть важным аспектом рассмотрения кисломолочных продуктов как средства для поддержания здоровья. При сравнении различных сорбентов по их воздействию и взаимодействию с металлами можно выявить оптимальный состав для достижения поставленных целей. Сравнительный анализ выбранных сорбентов по их действию и взаимодействию с металлами предоставляет возможность определить оптимальный состав для достижения поставленных целей.

Сообщается, что *Lactobacillus acidophilus* обладают высокой способностью к биосорбции тяжелых металлов [1]. Биоудаление тяжелых металлов представляет собой процесс, в основе которого лежит взаимодействие катионов металлов с анионными функциональными группами. Этот поверхностный процесс зависит от емкости штаммов бактерий и электроотрицательности металла [2]. Среди лактобактерий выделяются определенные полимеры, такие как липотейхоевая кислота, которые могут играть ключевую роль в взаимодействии между тяжелыми металлами и отрицательным зарядом поверхности бактерий. Это свойство указывает на потенциальное влияние полимеров на эффективность биоудаления тяжелых металлов лактобактериями [3, 4].

Исследование выявило, что увеличение концентрации металла приводит к повышению поглощения бактериальными рецепторами, что увеличивает уровни биосорбции [5]. Наши результаты подтверждают, что эффективность биосорбции свинца и кадмия возрастает при росте концентрации металлов (от 40 до 100 мкг/л). Ключевыми факторами, влияющими на биоудаление, являются концентрация *L. acidophilus*, а также концентрации Pb и Cd. Оптимальные уровни для достижения максимальной биосорбции (75%) составляют 100 мкг/л и 1×10^{12} КОЕ. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями [6,7], подчеркивая, что поглощение увеличивается с увеличением биомассы бактерий. Кроме того, увеличение концентрации металлов усиливает биоудаление, что соответствует данным [8,9]. Таким образом, эффективность биосорбции Pb и Cd повышается с увеличением концентрации металлов (от 40 до 100 мкг/л).

Кисломолочные продукты имеют множество полезных свойств для организма, можно сделать вывод о multifunctionality кисломолочных продуктов. Учитывая их популярность среди населения, целесообразно рассмотреть возможности использования данных продуктов для оздоровления и придания дополнительной функциональности.

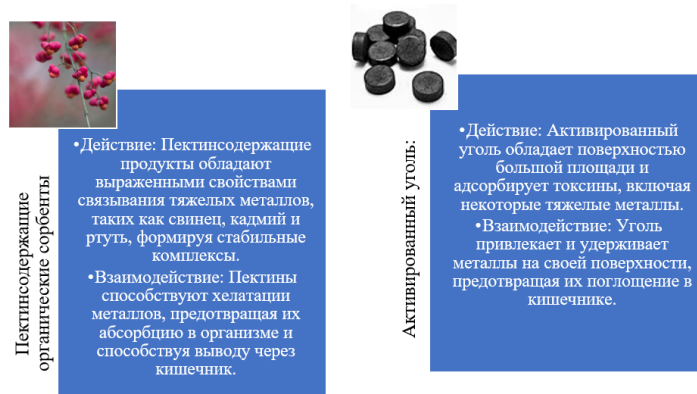


Рисунок 1 – Сравнительный анализ сорбентов

Каждый из этих сорбентов имеет свои уникальные характеристики, и их использование может усилить общий эффект. Тяжелые металлы стали серьезной проблемой в результате урбанизации и индустриализации. Эти токсичные металлы загрязняют воду, почву, растения и, в конечном счете, продукты питания и наш организм. Pb и Cd являются токсичными тяжелыми металлами для человека, которые можно найти в воздухе, почве, воде и даже продуктах питания. Они относятся к группе опасных тяжелых металлов [10, 11].

Обеззараживание пищевых продуктов с помощью микробной биомассы – это дешевый, простой, эффективный и экологичный метод, известный как биоудаление. Пробиотики способны снижать доступность тяжелых металлов и токсинов в пищевых продуктах.

Сообщается, что в мире ежегодно микотоксинами загрязняется почти 30% сельскохозяйственных культур [12, 13]. Кроме того, различные виды человеческой деятельности, такие как добыча полезных ископаемых, строительство, пестициды, химикаты и промышленные стоки, загрязняют окружающую среду и пищевую цепь различными тяжелыми металлами [14].

Для детоксикации и дезактивации опасных загрязняющих веществ в пищевой матрице применяются различные микроорганизмы [15].

Сообщается, что мертвые и живые молочнокислые бактерии способны выводить токсины. Считается, что этот процесс происходит за счет физического связывания с компонентами клеточной стенки, а не ковалентного связывания [16]. Согласно исследованиям [17], S-слои принимают участие в связях между молочнокислыми бактериями и микотоксинами. Бактериальные S-слои обладают несколькими связующими сайтами, способными привязываться к токсинам через нековалентные взаимодействия, как указано в работе [18]. Отмечается, что заряд S-слоя молочнокислых бактерий отрицательный из-за наличия пептидогликанов. Это означает, что эти слои способны адсорбировать ионы металлов с положительным зарядом, что было отмечено в исследовании [19]. Таким образом, S-слои могут взаимодействовать с микотоксинами и ионами металлов, играя ключевую роль в биосорбции и других биохимических процессах.

S-слои непосредственно участвуют в связях молочнокислые бактерии-микотоксинов [20]. Бактериальные S-слои имеют несколько связующих сайтов, которые способны прикрепляться к токсинам посредством нековалентных взаимодействий. Заряд S-слоя LAB отрицательный из-за наличия пептидогликанов, поэтому они могут адсорбировать ионы металлов с положительным зарядом [17, 20].

Стабильность сгустка и влагоудерживающая способность являются важными показателями качества кисломолочных продуктов, таких как йогурты. Сгусток влияет на текстуру и консистенцию продукта, а его стабильность важна для предотвращения спонтанной синерезиса, т.е., выделения сыворотки. Спонтанный синерезис происходит из-за ослабления гелевой структуры продукта, что может произойти из-за различных факторов, таких как изменения температуры, времени хранения или воздействия ферментов. Контроль этого процесса важен для поддержания желаемых текстурных характеристик продукта.

Влагоудерживающая способность также важна для качества кисломолочных продуктов. Эта характеристика связана с способностью продукта удерживать влагу, что влияет на его сочность, текстуру и общую восприимчивость потребителя.

Контроль этих параметров в процессе производства и хранения помогает обеспечивать стабильное качество кисломолочных продуктов, улучшая их вкусовые и текстурные свойства.

Методы

Концентрации адсорбированных ионов металлов количественно определяли с помощью атомно-абсорбционного спектрометра.

Кисломолочные продукты с добавлением энтеросорбентов, предоставляют уникальную возможность совмещать приятность и пользу для здоровья. Они могут быть доступными и эффективными способами защиты организма от вредных воздействий окружающей среды и помочь в борьбе с последствиями загрязнения.

Исследования кинетики и равновесия биосорбции могут содействовать созданию оптимальных формул продуктов и обеспечить максимальную эффективность детоксикации. Такие продукты могут быть востребованы как среди здоровых людей, так и среди тех, кто подвергся воздействию загрязненной окружающей среды и нуждается в дополнительной защите для своего организма.

Для запланированного эксперимента по биоудалению Pb и Cd в данном исследовании бактериальная биомасса (1×10^{11} и 1×10^{12} КОЕ) добавляли в стерильное молоко при температуре 37°C; Затем образцы выдерживали в течение 20 мин, после чего добавляли металлы (40 и 100 мкг/л) и помещали на шейкер. В 1-й и 4-й сутки (в соответствии с определенным временем контакта) бактериальные клетки центрифугировали (при концентрации $8 \times g$ в течение 000 мин). Наконец, надосадочную жидкость анализировали на остаточные концентрации Pb и Cd с помощью ИСП-МС.

Все эксперименты проводились в трех экземплярах. Способность *L. Acidophilus* поглощать Pb и Cd оценивалась следующим образом:

$$\% \text{Удаление} = 100 \times [(C_0 - C_1) / C_0] \quad (1)$$

где C_0 – начальный и C_1 остаточная концентрация ртути [21].

Собранные данные были проанализированы статистическим программным обеспечением Statistica (версия 12). Согласно результатам, основные переменные были следующими: концентрация *L. acidophilus*, время контакта и концентрация металла, доза внесения BR (порошка высушенных и измельченных боярышника и рябины, собранных в Мангышлаке), BP (порошок из высушенных и измельченных боярышника и пустырника). Для экспериментальной оптимизации данного исследования был выполнен дробный факторный дизайн.

Методология поверхности отклика – это математический метод, который помогает анализировать влияние переменных процесса на отклики [22]. Результаты Плакетта-Бермана (Plackett–Burman design) показали, что переменные: концентрация металла, время контакта и концентрация *L. Acidophilus* оказывают значительное влияние на биоудаление Pb и Cd. RSM был разработан для оптимизации переменных уровней биоудаления Pb и Cd, а также для минимизации количества тестов. В данном проекте была применена матрица для исследования оптимальных условий биосорбции с помощью экспериментальных факторов, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технологические переменные и уровни биоудаления Pb и Cd *Lactobacillus acidophilus* с помощью ПЗС-матрицы

Диапазон и уровень					
Независимая переменная	$-\alpha (-1.68)$	-1	0	$+1$	$+\alpha (+1.68)$
Концентрация <i>L. Acidophilus</i> (КОЕ)	1×10^{10}	10×10^{11}	1×10^{12}	10×10^{13}	10×10^{14}
Время контакта (день)	0	1	2	3	4
Концентрация металла (мкг/л)	40	50	70	90	100
доза добавления сорбентов BP, %	0	2	3	4	5
доза добавления сорбентов BR, %	0	2	3	4	5

Результаты

Во всех образцах йогурта наблюдалась различная степень отделения сыворотки со значениями 18,58-31,23% в начале эксперимента ($p > 0,05$). Как показано на рисунке 2, чем дольше срок хранения йогуртов, тем больше процент синерезиса для всех образцов йогурта. На 14-е сутки процентные значения синерезиса увеличивались в образцах. Как правило, йогурт LABR сохранял в своей структуре значительно больший процент сыворотки ($p < 0,05, 1$), что характеризовалось самым низким синерезисом среди всех образцов в течение всего времени хранения. Напротив, йогурты с включением LABP и LAK демонстрировали визуальное отделение сыворотки даже с 1-го дня. Эти результаты согласуются с предыдущими исследованиями и может быть объяснено присутствием длинноцепочечных полисахаридов, которые могут препятствовать созданию трехмерной сети казеина, что приводит к более слабому гелю с повышенной сывороткой. Синерезис был несколько ниже для LABR, чем для K и LAC, LABP ($p > 0,05$). Более низкая восприимчивость йогурта, содержащего пектины, инулин, к синерезису ранее сообщалось для йогурта с пониженным содержанием жира, и это было связано с взаимодействием гидроксильных групп инулина с заряженной группой на поверхности молочного белка [25].

Важным свойством йогурта является его способность удерживать воду. Когда добавляют в йогурт пребиотики (в данном случае инулин и полисахариды), это положительно влияет на его способность удерживать воду, что делает йогурт более сочным и влажным.

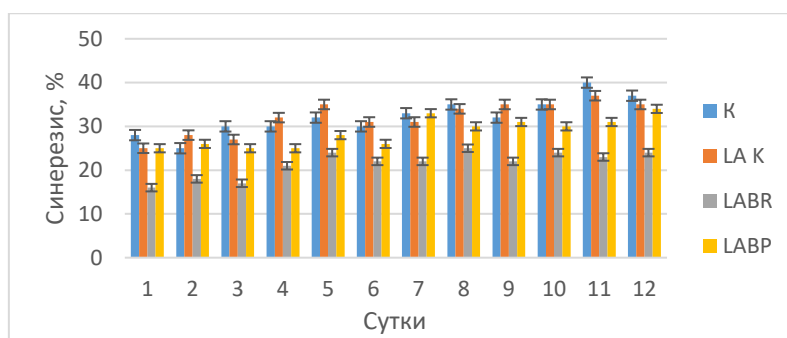


Рисунок 2 – Контроль синерезиса:
 где K – контроль, LAK – контроль с добавлением *L. Acidophilus*,
 LABR – образец с добавлением *L. acidophilus* и смеси боярышника и рябины,
 LABP – образец с добавлением *L. acidophilus* и смеси боярышника и пустырника

Водоудерживающая способность является желательным свойством йогурта и связана со способностью белков и полисахаридов удерживать воду в структуре геля йогурта. Обогащение пребиотиками оказало заметное влияние на ВУС, составив значения от 45,98% до 55,19% соответственно в течение первых суток (рис. 3) Однако с течением времени (или срока хранения) эффект улучшения водоудерживающей способности уменьшается. Например, йогурт LABR оказался более стойким к изменениям и сохранял свою водоудерживающую способность дольше.

Это происходит из-за того, что LABR, добавленный в йогурт, создает дополнительные места для удерживания воды, что делает йогурт более густым. Также, уменьшив молекулярный вес LABR, удастся добиться лучшей устойчивости во времени.

В общем, добавка пребиотиков, таких как LABR, делает йогурт влажным и сохраняет это свойство на протяжении длительного времени.

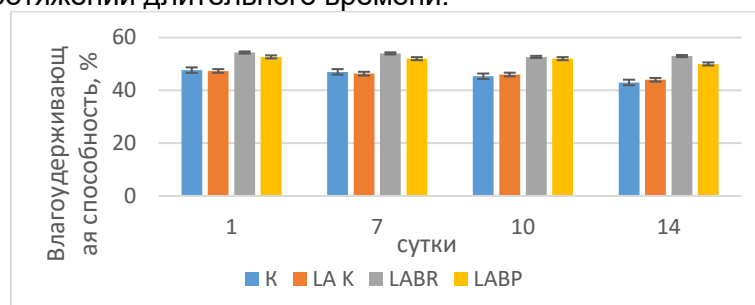


Рисунок 3 – Водоудерживающая способность кисломолочных продуктов в разрезе продолжительности хранения в холодильных условиях

В соответствии с представленной в таблице 1 матрицей проведены эксперименты, извлечены соответствующие данные.

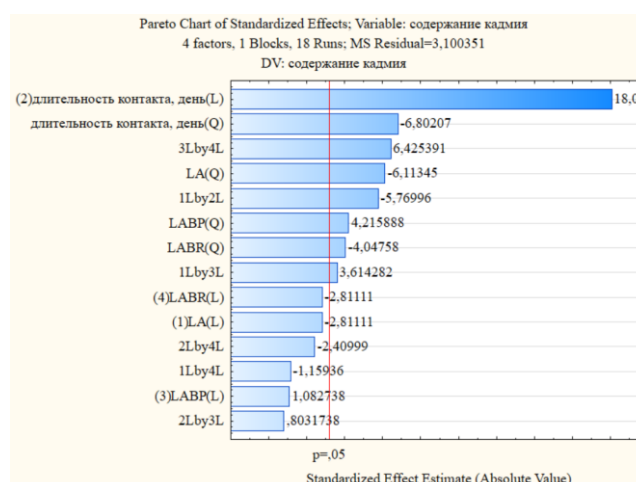


Рисунок 4 – Диаграмма Паретто

Согласно диаграмме Парето (рис. 4) выявлено, что ключевыми факторами являются продолжительность контакта, дозы внесения LABR и LA. На рисунке 5 показаны поверхности откликов в зависимости от значимых показателей.

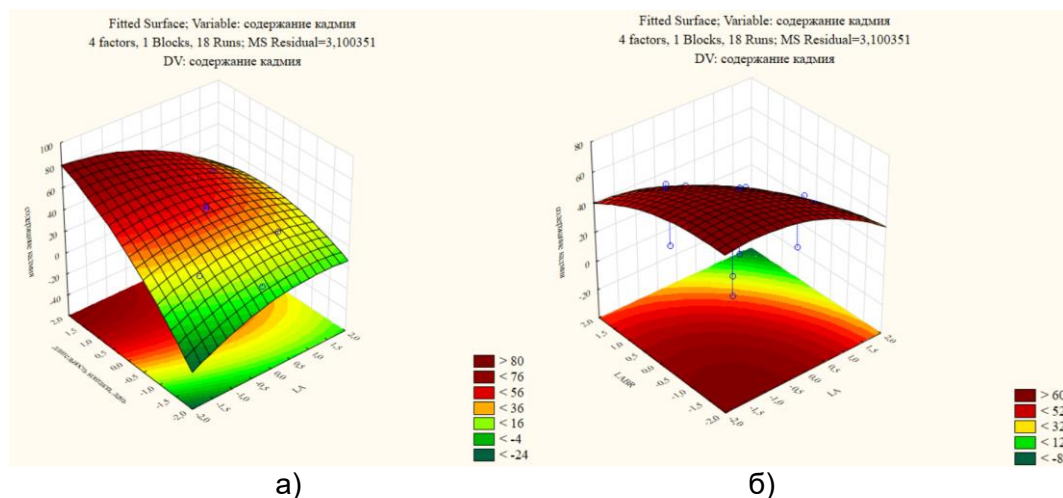


Рисунок 5 – Поверхность отклика удаления тяжелых металлов:

А – в зависимости от продолжительности контакта и добавления *L. Acidophilus*,
Б – в зависимости от дозы внесения LABR и добавления *L. Acidophilus*

Как видно из рисунка 5 изначально эффективность очистки от этих тяжелых металлов увеличивалась с увеличением количества бактерий и времени контакта, достигала максимума, а затем, при дальнейшем увеличении количества бактерий, наблюдалось небольшое снижение эффективности очистки. Это говорит о том, что есть оптимальная точка, где эффективность максимальна, и превышение этой точки может не привести к дополнительному улучшению, а даже к небольшому снижению эффективности.

Обсуждение

Результаты исследования позволяют сделать несколько важных выводов. Во-первых, наблюдаемое отделение сыворотки в йогуртах с различными добавками указывает на влияние примесей на структуру продукта. Продолжительность хранения является ключевым фактором, влияющим на процент синерезиса, что соответствует ранее проведенным исследованиям.

Йогурт с бактериями LABR демонстрирует значительно меньший синерезис в течение всего периода хранения по сравнению с LABP и LAK. Это объясняется возможным присутствием длинных полисахаридов, которые могут воздействовать на трехмерную сеть казеина, обеспечивая более стабильный гель с меньшим выделением сыворотки.

Отмечается, что йогурты с добавленными пребиотиками (инулин и полисахариды) обладают лучшей водоудерживающей способностью, что делает их более сочными и влажными. Однако, с течением времени, этот положительный эффект уменьшается. Интересно отметить, что йогурт с бактериями LABR сохраняет влажность продукта на более продолжительный срок, что подчеркивает его стойкость к изменениям во времени.

В контексте исследования удаления тяжелых металлов из среды с использованием бактерий *L. acidophilus* и пребиотиков, ключевым моментом стало определение оптимальных условий для эффективного удаления металлов. Результаты указывают на то, что максимальная эффективность удаления свинца (Pb) и кадмия (Cd) достигается на четвертый день после добавления пребиотиков.

Процесс биоудаления тяжелых металлов, как показали результаты, зависит от нескольких факторов, включая концентрацию бактерий *L. acidophilus*, концентрацию металлов и продолжительность контакта. Важно отметить, что результаты согласуются с предыдущими исследованиями и позволяют утверждать, что биоудаление эффективно в определенных условиях, которые включают определенные уровни концентрации бактерий и металлов.

Заключение

В заключении, результаты исследования подтверждают влияние добавок на структуру и свойства йогурта. Йогурт с LABR оказался более устойчивым к отделению сыворотки и сохранению влаги в продукте. Добавка пребиотиков оказывает положительное воздействие на водоудерживающую способность, но этот эффект уменьшается со временем. Оптимальная концентрация бактерий LABR также подтверждает, что существует оптимальная точка, после которой дополнительное увеличение не приносит существенных улучшений. Эти результаты могут быть использованы для оптимизации производства йогурта с учетом его структуры и свойств в течение срока хранения.

На основе полученных данных можно заключить, что для достижения максимальной эффективности биоудаления тяжелых металлов, необходимо оптимальное сочетание концентрации бактерий *L. acidophilus* и концентрации металлов, достигаемое на четвертый день после добавления пребиотиков. Эти результаты представляют практическую значимость для процессов очистки водных сред от тяжелых металлов с использованием микроорганизмов и пребиотиков, предоставляя основу для оптимизации условий биоудаления в промышленных и экологических приложениях.

Список литературы

1. Biosorption of heavy metals by lactic acid bacteria and identification of mercury binding protein / H. Kinoshita, Y. Sohma, F. Ohtake and etc. // *Researches in Microbiology*. – 2013. – Vol. 164(7), P. 701709. DOI: 10.1016/j.resmic.2013.04.004.
2. Kang C.H. Bioremediation of heavy metals by using bacterial mixtures / C.H. Kang, Y. Kwon, J.S. So // *Ecological Engineering*. – 2016. – Vol. 8. – P. 64-69. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.01.023.
3. Characterization of the binding capacity of mercurial species in *Lactobacillus* strains / C. Alcántara, C. Jadán-Piedra, D. Vélez and etc. // *Journal of Science Food Agriculture*. – 2017. – Vol. 97. – P. 5107-5113. DOI: 10.1002/jsfa.8388.
4. Zoghi A. Surface binding of toxins and heavy metals by probiotics / A. Zoghi, K. Khosravi-Darani, S. Sohrabvandi // *Mini Reviews in Medical Chemistry*. – 2014. – Vol. 14. – P. 84-98.
5. Studies of cadmium (II) lead (II) nickel(II) cobalt(II) and chromium(VI) sorption on extracellular polymeric substances produced by *Rhodococcus opacus* and *Rhodococcus rhodochrous* / R. Dobrowolski, A. Szcześ, M. Czemińska, A. Jarosz-Wikolazka // *Bioresources Technology*. – 2017. – Vol. 225. – P. 113–120. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.11.040.
6. The role of probiotic bacteria in removal of heavy metals / N.G. Allam, E.M. Ali, S. Samya, E. Abd-Elrahman // *Egyptian Journal of Environmental Research*. – 2015. – Vol. 3. – P. 1-11. DOI: 10.1016/j.jgpt.2005.11.024.
7. New insight into effective biosorption of lead from aqueous solution using *Ralstonia solanacearum*: Characterization and mechanism studies / A. Pugazhendhi, G.M. Boovaragamoorthy, K. Ranganathan and etc. // *Journal of Clean Production*. – 2018. – Vol. 174. – P. 1234-1239. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.061.
8. Bioremoval by *Saccharomyces cerevisiae* in Milk / R. Massoud, K. Khosravi-Darani, A. Sharifan and etc. // *Journal of Medicine Microbiological Infectious Disease*. – 2020. – Vol. 1. – P. 169-176. DOI: 10.20944/preprints202007.0264.v1.
9. Characterization of lactic acid bacteria-based probiotics as potential heavy metal sorbents / J.N. Bhakta, K. Ohnishi, Y. Muneke and etc. // *Journal of Applied Microbiology*. – 2012. – Vol. 112(6). – P. 1193-1206. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2012.05284.x.
10. Development and optimization of an immunoassay for the detection of Hg (II) in lake water / X. Jin, R. He, X. Ju and etc. // *Food Science Nutrition*. – 2019. – Vol. 12. – P. 1-8. DOI: 10.1002/fsn3.991.
11. Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: validity of the widely cited 'FAO estimate' of 25 / M. Eskola, G. Kos, C.T. Elliott and etc. // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2020. – Vol. 60. – P. 2773-2789. DOI: 10.1080/10408398.2019.1658570.
12. Decontamination of aflatoxins by lactic acid bacteria / A. Liu, Y. Zheng, L. Liu and etc. // *Current Microbiology*. – 2020. – Vol. 77. – P. 3821-3830. DOI: 10.1007/s00284-020-02220-y.
13. Ayangbenro A.S. A new strategy for heavy metal polluted environments: a review of microbial biosorbents / A.S. Ayangbenro, O.O. Babalola // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2017. – Vol. 14. – P. 94. DOI: 10.3390/ijerph14010094.

14. Lead and cadmium biosorption from milk by *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 / R. Massoud, K. Khosravi-Darani, A. Sharifan and etc. // *Food Science & Nutrition*. – 2020. – Vol. 8. – P. 5284-5291. DOI: 10.1002/fsn3.1825.
15. Decontamination of aflatoxins with a focus on aflatoxin B1 by probiotic bacteria and yeasts: a review / K. Khosravi Darani, A. Zoghi, S. Jazayeri, A.G. Cruz // *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2020. – Vol. 10. – P. 424-435. DOI: 10.15414/jmbfs.2020.10.3.424-435.
16. Surface binding of toxins and heavy metals by probiotics / A. Zoghi, K. Khosravi-Darani S. Sohrabvandi // *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry*. 2014. – Vol. 14. – P. 84-98. DOI: 10.2174/1389557513666131211105554.
17. Effect of probiotics on patulin removal from synbiotic apple juice / A. Zoghi, K. Khosravi-Darani, S. Sohrabvandi and etc. // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2017. – Vol. 97. – P. 2601-2609. DOI: 10.1002/jsfa.8082.
18. Patulin removal from synbiotic apple juice using *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 / A. Zoghi, K. Khosravi-Darni, S. Sohrabvandi // *Journal of Applied Microbiology*. – 2018. – Vol. 126. – P. 1149-1160. DOI: 10.1111/jam.14172.
19. Role of the lactobacilli in food bio-decontamination: friends with benefits / A. Zoghi, R. Massoud, S.D. Todorov, and etc. // *Enzyme and Microbial Technology*. – 2021. – Vol. 150. DOI: 10.1016/j.enzmictec.2021.109861.
20. In vitro removal of deoxynivalenol and T-2 toxin by lactic acid bacteria / Z.Y. Zou, Z.F. He, H.J. Li and etc. // *Food Science and Biotechnology*. – 2012. – Vol. 21. – P. 1677-1683. DOI: 10.1007/s10068-012-0223-x.
21. Production of yogurt from goat and sheep milk with a fruit and berry concentrate / S. Velyamov, A. Ospanov, D. Tlevlessova, and etc. // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2023. – Vol. 1(11(121)). – P. 23-30.

М.Қ. Алимарданова, В.М. Бакиева*, Д.А. Тілевлесова

Алматы технологиялық университеті,
050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қ., көш. Төле би, 100
*e-mail: venerabakieva@mail.ru

СҰТ ҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМІНІҢ САПАСЫН ЖАҚСARTU ҮШІН ДОЛАНА, ШЕТЕН ЖӘНЕ АНАЛЫҚ ШӨП НЕГІЗІНДЕГІ БИОСОРБЕНТТЕР МЕН ТЕХНОЛОГИЯНЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Урбанизацияның үдемелі дамуы қоршаған ортаға проблемаларды алып келеді және адам денсаулығына кері әсерін тигізеді. Ауа мен судың ластануы және табиғи ресурстарға қолжетімділіктің шектелуі күрделі мәселелерге айналууда. Дегенмен, энтеросорбциялық технологияларды қамтитын инновациялық өнімдер қоғамдық денсаулықты жақсартудың әлеуетті шешімі болып табылады. Бұл өнімдер урбанизацияның денсаулыққа тигізетін теріс әсерін азайта отырып, ағзадан улы заттарды тиімді жоюға көмектеседі.

LABR йогурты контекстінде сарысуды бөлу және ылғалды ұстауда тұрақтырақ екені анықталды. Пребиотиктер суды ұстау қабілетіне оң әсер етеді, дегенмен бұл әсер уақыт өте келе төмендеуі мүмкін. LABR бактерияларының оңтайлы концентрациясы сонымен қатар нақты тепе-теңдіктің маңыздылығын атап көрсетеді, оның шегінен тыс қосымша ұлғайту айтарлықтай жақсартуларды әкелмейді. Бұл нәтижелерді сақтау мерзімі бойына оның құрылымы мен қасиеттерін ескере отырып, йогурт өндірісін оңтайландыру үшін пайдалануға болады.

*Зерттеу мәліметтерін ескере отырып, ауыр металдарды биоревизиялаудың максималды тиімділігіне қол жеткізу үшін *L. acidophilus* бактерияларының концентрациясы мен металдар концентрациясының оңтайлы үйлесімі қажет, оны қосқаннан кейін төртінші күні қол жеткізіледі деп қорытынды жасауға болады. пребиотиктер. Бұл нәтижелер сулы ортадағы ауыр металдарды қалпына келтіру процестеріне практикалық әсер етеді, бұл өнеркәсіптік және қоршаған ортаны қорғау салаларында биотазалау шарттарын оңтайландыруға негіз береді.*

Түйін сөздер: шетен, долана, аналық, ашытылған сүт өнімі, кадмий, қорғасын.

M.K. Alimardanova, V.M. Bakiyeva*, D.A. Tlevlessova
Almaty Technological University,
050000, Republic of Kazakhstan, Almaty, Tolebi str. 100
*e-mail: venerabakieva@mail.ru

OPTIMISATION OF TECHNOLOGY AND SELECTION OF BIOSORBENTS BASED ON HAWTHORN, MOUNTAIN ASH AND MOTHERWORT TO IMPROVE THE QUALITY OF FERMENTED MILK PRODUCT

The accelerated development of urbanisation brings with it environmental problems and adverse effects on human health. Air pollution, water pollution and limited access to natural resources are becoming serious challenges. However, innovative products incorporating enterosorption technologies present a potential solution to improve public health. These products contribute to the effective removal of toxic substances from the body, mitigating the negative health effects of urbanisation.

In the context of yoghurt with LABR, it has been found to be more stable to whey separation and moisture retention. Prebiotics have a positive effect on water retention, although this effect may diminish over time. The optimal concentration of LABR bacteria also emphasises the importance of a precise balance, after which additional increases do not bring significant improvements. These results can be used to optimise the production of yoghurt, taking into account its structure and properties over its shelf life.

*Considering the study data, it can be concluded that an optimal combination of *L. acidophilus* bacterial concentration and metal concentration, reached on the fourth day after the addition of prebiotics, is necessary to maximise the efficiency of heavy metal bioremediation. These results have practical implications for heavy metal removal processes in aqueous media, providing a basis for optimising bioremediation conditions in industrial and environmental applications.*

Key words: mountain ash, hawthorn, motherwort, sour-milk product, cadmium, lead.

Сведения об авторах

Мариям Калабаевна Алимарданова – доктор технических наук, профессор, кафедра «Технология продуктов питания»; Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: alimardan.m.atu4@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4861-7862.

Венера Маратжановна Бакиева* – докторант кафедры «Технология продуктов питания» Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: venerabakieva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4801-7173.

Динара Абаяевна Тлевлесова – PhD, ассоциированный профессор кафедры ТПП Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан; e-mail: tlevlessova@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5084-6587.

Авторлар туралы мәліметтер

Мариям Қалабайқызы Алимарданова – т.ғ.д., профессор, тамақ өнімдерінің технологиясы кафедрасы; Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: alimardan.m.atu4@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4861-7862.

Венера Маратжанқызы Бакиева* – Алматы технологиялық университетінің «Тамақ өнімдері технологиясы» кафедрасының докторанты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: venerabakieva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4801-7173.

Динара Абайқызы Тілевлесова – PhD, Алматы технологиялық университеті ТПП кафедрасының доценті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: tlevlessova@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5084-6587.

Information about the authors

Mariyam Kalabaevna Alimardanova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of "Food Technology"; Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: alimardan.m.atu4@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4861-7862.

Venera Maratzhanovna Bakiyeva* – Doctoral student of the Department of "Food Technology" Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: venerabakieva@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4801-7173.

Dinara Tlevlessova – PhD, Associate Professor of the Department of Food Technology, Almaty Technological University, Almaty, Republic of Kazakhstan; e-mail: tlevlessova@gmail.com. ORCID: 0000-0002-5084-6587.

Поступила в редакцию 12.12.2023

Принята к публикации 10.01.2024

DOI: 10.53360/2788-7995-2024-1(13)-13

FTAXP: 65.63.03



**А.Б. Рахматулина¹, Ф.Т. Диханбаева^{1,2,3}, А.Б. Абуова^{1,3}, Б. Калемшарив^{1,3,4},
А.Б. Есенова^{1,2,3*}**

¹Академик Ө.А. Жолдасбеков атындағы Механика және машинатану институты, 050000, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Шевченко көшесі, 28

²Алматы технологиялық университеті, 050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Төле би көшесі, 100

³Халықаралық инженерлік-технологиялық университеті, 050060, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Өл-Фараби даңғылы, 89/21

⁴С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 010011, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Жеңіс көшесі, 62

*e-mail: essenova_06.07@mail.ru

БИЕ СҮТІ МЕН ҚЫМЫЗДЫҢ САПАСЫ

Аңдатпа: Қазіргі уақытта бие сүті мен қымыз Қазақстан тұрғындары тарапынан кең сұранысқа ие болуда. Сондықтан оның сапалық көрсеткіштерін зерттеу өзекті.

Мақалада Алматы облысының шаруа қожалықтарынан алынған бие сүті мен одан жасалған қымыз үлгілерінің күз және қыс мезгіліндегі физика-химиялық көрсеткіштері мен витаминдер (В тобы мен С) мөлшері салыстырмалы түрде зерттелді.

Зерттеу нәтижесі бойынша бие сүті үлгілерінде күз және қыс мезгілдерінде жалпы ақуыздың массалық үлесінде айтарлықтай айырмашылық болмады. Майдың массалық үлесі бойынша күзде алынған үлгіде қыста алынған үлгіге қарағанда май 2,18% жоғары болды. Ал керісінше лактозаның массалық үлесі күзде алынған үлгіде қыста алынған үлгіге қарағанда 0,14% жоғары болды.

Қымыздың күз және қыс мезгіліндегі алынған үлгілерінің физика-химиялық көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері бойынша ақуыздың массалық үлесі 1,86-1,89% аралығында құрады. Май мөлшері бойынша күз мезгілінде әзірленген қымыз үлісінің құрамында 1,84% құраса, қыс мезгілінде әзірленген қымыз үлісінің құрамында 2,19% құрады, ал лактозаның орташа массалық үлесі 3,64-3,98% аралығында болды.

Бие сүті мен қымыз үлгілерінің құрамындағы суда еритін В тобы мен С витаминдер мөлшері зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша күз және қыс мезгілдеріндегі бие сүті мен одан алынған қымыз құрамындағы В₁, В₂, В₃, В₅, В₆ және С витаминдерінің мөлшері анықталды.

Жалпы зерттеу нәтижелері бойынша Алматы облысының шаруа қожалықтарынан алынған бие сүті мен одан жасалған қымыз үлгілерінің сапа көрсеткіштері жоғары, тағамдық құндылығы бойынша құнарлы, адам ағзасына жеңіл сіңетін өнімдер екені дәлелденді.

Түйін сөздер: бие сүті, қымыз, сапа, химиялық құрамы, витаминдер.

Кіріспе

Жылқы шаруашылығы – Қазақстанның мал шаруашылығының дәстүрлі саласы. Соңғы жылдары елімізде жылқы шаруашылығының ауқымы мен танымалдығы артып келеді.