МРНТИ 65.63.33 **https://doi.org/10.58805/kazutb.v.3.28-1136**

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАКВАСОК ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОКА С НИЗКИМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФОРТИФИЦИРОВАННОЙ ПРОДУКЦИИ

А.М. Таева, Т.К. Кулажанов, Ф.Т. Диханбаева, Р.Б. Мухтарханова, Ж.К. Имангалиева

Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан

Корреспондент-автор: e-mail: i.zhadra@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию возможности эффективной ферментации пастеризованного молока стародойных коров с использованием различных типов заквасочных культур. Данный тип сырья характеризуется пониженными технологическими характеристиками, включая сниженную плотность, белковую насыщенность и нестабильность жировой фазы. В условиях растущей доли нестабильного молочного сырья на перерабатывающих предприятиях возникает необходимость адаптации технологических процессов. В рамках проекта AP 23488862 был проведён сравнительный анализ пяти промышленных заквасок, применённых к нестабильному молоку. Оценивались скорость ферментации, конечные показатели кислотности, консистенция, вязкость и устойчивость полученного продукта при хранении. На основании результатов установлено, что наиболее эффективной в условиях пониженной технологической пригодности сырья оказалась закваска YO-MIX 465 (Danisco), обеспечивающая стабильный сгусток, высокую вязкость и консистенцию при минимальном отделении сыворотки. Представленные данные демонстрируют возможность эффективной переработки нестабильного сырья при правильно подобранной ферментационной технологии, что имеет важное прикладное значение для молочной промышленности, особенно в сезонном цикле лактации.

Ключевые слова: молоко стародойных коров, технологическая пригодность, закваски, консистенция, кислотность, кисломолочная продукция

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ ТӨМЕН ПАСТЕРЛЕНГЕН СҮТТІ ӨҢДЕУДЕ ФОРТИФИКАЦИЯЛАНҒАН ӨНІМДЕРДІ ӨНДІРУ ҮШІН АШЫТҚЫЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

А.М. Таева, Т.К. Кулажанов, Ф.Т. Диханбаева, Р.Б. Мухтарханова, Ж.К. Имангалиева

Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан,
e-mail: i.zhadra@mail.ru

Бұл мақалада лактацияның соңғы кезеңінде алынған сиыр сүтін әртүрлі ашытқы дақылдарын пайдалану арқылы тиімді ашыту мүмкіндігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Мұндай шикізаттың технологиялық сипаттамалары төмен, атап айтқанда тығыздығы төмен, ақуыздың аз мөлшері және май фазасының тұрақсыздығы байқалады. Сүт зауыттарында тұрақсыз сүттің үлесі артқан қазіргі жағдайда технологиялық процестерді бейімдеу қажеттілігі туындап отыр. AP 23488862 жобасы аясында тұрақсыз сүтке қолданылған бес өндірістік ашытқының салыстырмалы талдауы жүргізілді. Ашыту жылдамдығы, соңғы қышқылдық көрсеткіштері, консистенциясы, тұтқырлығы және сақтау кезіндегі өнімнің тұрақтылығы бағаланды. Зерттеу нәтижелері бойынша YO-MIX 465 (Danisco) ашытқысы технологиялық көрсеткіштері төмен шикізат жағдайында ең тиімдісі болып танылды. Ол тұрақты ұйытқы, жоғары тұтқырлық және консистенция беріп, сарысу бөлінуін азайтты. Бұл мәліметтер дұрыс таңдалған ашыту технологиясы кезінде тұрақсыз сүтті тиімді өңдеуге болатынын көрсетеді және бұл маусымдық лактация кезеңінде сүт өнеркәсібі үшін практикалық маңызы зор екенін дәлелдейді.

Түйін сөздер: сиыр сүті, технологиялық жарамдылық, ашытқылар, консистенция, қышқылдық, қышқыл сүт өнімдері.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF STARTER CULTURES IN THE PROCESSING OF PASTEURIZED MILK WITH LOW TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS FOR THE PRODUCTION OF FORTIFIED PRODUCTS

A.M. Taeva, T.K. Kulazhanov, F.T. Dikhanbayeva, R. B. Mukhtarkhanova, Zh.K. Imangaliyeva

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan,
e-mail: i.zhadra@mail.ru

This article presents a study on the potential for effective fermentation of pasteurized milk from late-lactation cows using various types of starter cultures. This type of raw material is characterized by reduced technological properties, including low density, protein content, and instability of the fat phase. With the growing proportion of unstable milk in processing plants, there is a need to adapt technological processes. Within the framework of project AR 23488862, a comparative analysis was conducted on five commercial starter cultures applied to unstable milk. The following indicators were assessed: fermentation speed, final acidity parameters, consistency, viscosity, and product stability during storage. Based on the results, the most effective starter culture under conditions of reduced technological suitability of raw milk was YO-MIX 465 (Danisco), which ensured a stable coagulum, high viscosity, and consistency with minimal whey separation. The presented data demonstrate the feasibility of efficiently processing unstable milk when using a well-selected fermentation technology, which is of significant practical importance for the dairy industry, particularly during the seasonal lactation cycle.

Keywords: late-lactation cow milk, technological suitability, starter cultures, consistency, acidity, fermented dairy products.

Введение. Современная молочная промышленность сталкивается с необходимостью переработки нестабильного сырья, особенно в периоды сезонного снижения удоев. Одним из таких видов сырья является молоко, полученное от коров в поздний период лактации (с 270 по 310 день). Это молоко, которое часто называют молоком стародойных коров, отличается рядом особенностей, снижающих его технологическую ценность. В частности, у него отмечается более низкая плотность, нестабильная структура белков и жиров, ослабленная буферная способность, а также пониженное содержание белка и минеральных веществ [1, 2]. Кроме того, наблюдается увеличение активности протеолитических ферментов и повышение содержания соматических клеток, что дополнительно ухудшает его перерабатываемость [3].

Такие изменения связаны с естественными физиологическими процессами, происходящими в организме животного на завершающем этапе лактации, и отрицательно сказываются на способности молока участвовать в технологических процессах, особенно в производстве кисломолочной продукции [4, 5].

Одним из эффективных решений в работе с нестабильным молоком является применение специально подобранных заквасок, которые способны адаптироваться к изменениям в составе сырья и компенсировать его недостатки [6]. Особенно перспективными считаются закваски с высокой ферментативной активностью, в том числе термофильные и пробиотические культуры, такие как *Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, Lactobacillus rhamnosus и Bifidobacterium lactis* [7]. Такие культуры положительно влияют на текстуру, кислотность и стабильность продукта даже при использовании нестандартного молока [8, 9].

С учётом вышесказанного, данная работа направлена на то, чтобы оценить, какие закваски наиболее эффективно работают с молоком, имеющим пониженные физико-химические показатели. Исследование направлено на сравнительный анализ эффективности различных заквасочных культур при переработке пастеризованного молока от стародойных коров, а также на разработку практических рекомендаций по его применению в производстве функциональных кисло-

молочных продуктов.

Материалы и методы. В качестве сырья использовалось пастеризованное молоко, полученное от коров в период поздней лактации (270–310 день), что подтверждалось данными зоотехнического учёта в личных и фермерских хозяйствах Алматинской области. Молоко пастеризовалось при температуре 76 °C в течение 20 секунд, после чего охлаждалось до температуры +4 °C и хранилось не более 24 часов до начала заквашивания.

Предварительный физико-химический анализ сырья проводился по стандартным методикам. Результаты представлены в таблице 1. Стандартные значения показателей приведены в соответствии с требованиями СТ РК 1760-2008 [10].

Таблица 1 - Физико-химические характеристики молока стародойных коров

Показатель	Значение	Стандартное значение [10]
Плотность, кг/м³	26.7	27–28
Массовая доля белка, %	2.8	≥3.0
Массовая доля жира, %	3.5	3.5–3.8
Зольность, %	0.68	≥0.72
Активная кислотность (pH)	6.57	6.6–6.8
Титруемая кислотность, °T	17	16–18
Антибиотики	Не обнаружены	—
Общая микробиологическая обсеменённость, КОЕ/мл	10	≤100

Таблица 2 - Характеристика заквасок, использованных в исследовании

Код закваски	Производитель	Состав	Температура ферментации
ZK-1	Chr. Hansen ABT-5	L. acidophilus, B. animalis, S. thermophilus	42 ± 1 °C
ZK-2	Danisco YO-MIX 465	L. rhamnosus, B. lactis	42 ± 1 °C
ZK-3	Lallemand Probiokid	L. rhamnosus, S. thermophilus, B. infantis	40 ± 1 °C
ZK-4	Пробиотика (РФ)	L. acidophilus, L. plantarum	30 ± 1 °C
ZK-5	Chr. Hansen YF-L811	L. bulgaricus, S. thermophilus	43 ± 1 °C

Для исследования были выбраны пять коммерчески доступных заквасочных препаратов, различающихся по составу, термочувствительности и назначению. Описание приведено в таблице 2.

Комплексная оценка эффективности заквасок включала следующие показатели: время, необходимое для достижения pH 4.6 (в часах), конечное значение активной кислотности (pH), титруемая кислотность в градусах Тернера (°T), визуальные и инструментальные характеристики консистенции и текстуры полученного сгустка (в том числе с использованием вискозиметра ATAGO), степень отделения сыворотки, а так-

же стабильность образцов на 7-е сутки хранения при температуре +4 °C. Все измерения проводились на базе лаборатории кафедры «Технология продуктов питания» Алматинского технологического университета. Каждый показатель определялся в трёх параллельных сериях.

Обсуждение и результаты. Одним из ключевых показателей технологической пригодности закваски является способность быстро и полноценно подкислять молочную среду [11]. Этот процесс определяет, как микробиологическую стабильность конечного продукта, так и его органолептические и текстурные характеристики [12]. В условиях переработки нестабильного молока (в данном случае - стародойного) скорость сквашивания особенно важна, поскольку слабая буферная способность такого молока может приводить к неполному формированию сгустка или его разрушению при колебаниях кислотности [13].

На рисунке 1 представлена динамика закисления для всех пяти протестированных заквасок. Время достижения pH 4.6 было принято в качестве индикатора завершённости первичной ферментации.

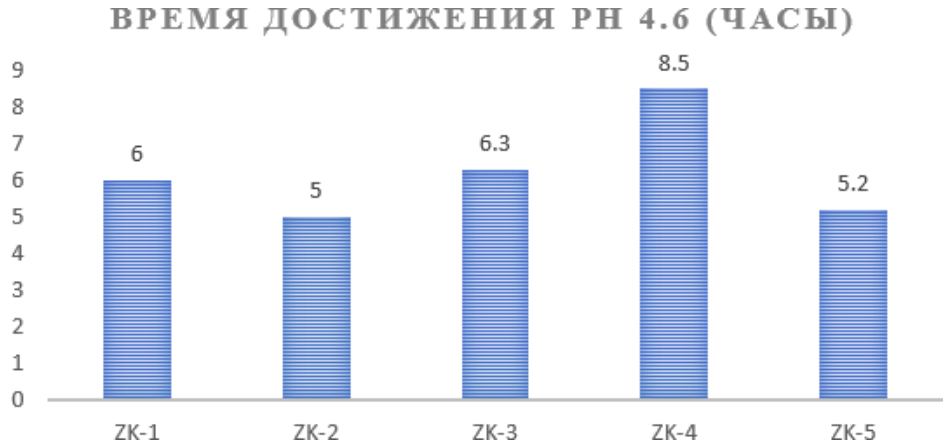


Рис.1 - Время достижения pH 4.6 в зависимости от типа закваски (часы)

Таблица 3 - Конечные значения кислотности после ферментации

Закваска	pH после сквашивания	Титруемая кислотность, °T
ZK-1	4.42	95
ZK-2	4.40	100
ZK-3	4.45	88
ZK-4	4.60	78
ZK-5	4.43	93

Как видно из данных, наиболее быстрым закислением характеризовались закваски YO-MIX 465 (ZK-2) и YF-L811 (ZK-5). Они достигли критического значения pH менее чем за 5.5 часов, что соответствует промышленным требованиям для скоропортящихся молочных продуктов. Медленнее всего закисление происходило у мезофильной культуры ZK-4, что делает её менее пригодной для переработки молока с ослабленной структурой.

Следующим этапом оценки являлось измерение конечной кислотности продукта. Таблица 3

отражает итоговые значения активной и титруемой кислотности.

Закваска YO-MIX 465 (ZK-2) не только обеспечила наименьший pH (4.40), но и показала наивысшую титруемую кислотность - 100 °T, что свидетельствует о её высокой ферментативной активности. В условиях слабой буферной способности стародойного молока важно: чем выше кислотность, тем прочнее и стабильнее структура сгустка, а также снижается риск нежелательных микробиологических процессов.

В противоположность этому, закваска ZK-4 (мезофильная) продемонстрировала наименьшую кислотность, с конечным pH 4.60 и титруемой кислотностью 78 °T, что является гранично допустимым уровнем для сквашенного продукта и может повлечь неустойчивую текстуру или неполную коагуляцию белков.

Одним из ключевых показателей качества кисломолочных продуктов, в частности йогуртов, является их структурная устойчивость в процессе хранения. Для оценки стабильности сгустка исследуемых образцов йогурта были проанализированы следующие параметры: визуальная консистенция (оценка текстуры и однородности), вязкость по данным вискозиметра Atago VISCO, степень отделения сыворотки (в миллилитрах на 100 мл продукта), а также изменение pH в течение хранения при температуре +4 °C в течение 7 суток. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Оценка текстуры и стабильности образцов йогурта после 7 суток хранения

Код закваски	Консистенция	Вязкость (сП)	Отделение сыворотки (мл/100 мл)	pH начальное	pH итоговое
ZK-1	Плотная, умеренно устойчивая	1450	2.0	4.42	4.37
ZK-2	Кремообразная, устойчивая	1780	0.0	4.40	4.38
ZK-3	Средняя, гомогенная	1380	1.5	4.45	4.41
ZK-4	Разжиженная, нестабильная	920	6.0	4.60	4.59
ZK-5	Плотная, стабильная	1500	0.0	4.43	4.37

Наиболее высокие показатели вязкости были зафиксированы у образца ZK-2, в котором использовалась закваска YO-MIX 465 (Danisco). Его вязкость составила 1780 сантипуаз (сП), что является максимальным значением среди исследованных образцов. Кроме того, у этого варианта полностью отсутствовало отделение сыворотки и наблюдались минимальные изменения pH (с 4.40 до 4.38), что указывает на высокую структурную устойчивость и стабильность кислотности.

Образец ZK-5 с классической термофильной закваской (Chr. Hansen YF-L811) также показал хорошие результаты: вязкость 1500 сП, отсутствие сыворотки и стабильность pH (с 4.43 до 4.37). Консистенция продукта оценена как плотная и стабильная, что делает данную закваску пригодной для промышленной переработки нестабильного молока, особенно в сезонные периоды.

Хуже всего проявила себя закваска ZK-4, представленная мезофильной культурой, включающей *Lactobacillus acidophilus u L. plantarum.* Образец имел самую низкую вязкость (920 сП), выраженное отделение сыворотки (6 мл/100 мл) и нестабильную, разжиженную консистенцию.

Изменения pH в данном случае были незначительными (с 4.60 до 4.59), однако структура продукта оставляла желать лучшего.

Промежуточные результаты продемонстрировали образцы ZK-1 и ZK-3, где были использованы симбиотические и пробиотические культуры. У ZK-1 отмечалась вязкость 1450 сП и небольшое отделение сыворотки (2 мл/100 мл), при этом pH изменился с 4.42 до 4.37. У ZK-3 показатели были несколько ниже: вязкость 1380 сП, отделение сыворотки 1.5 мл/100 мл, изменение pH – с 4.45 до 4.41. Оба варианта можно расценивать как удовлетворительные, однако с точки зрения стабильности они уступают термофильным культурам YO-MIX 465 и YF-L811.

Таким образом, результаты анализа текстурных и кислотных характеристик после 7 суток хранения подтверждают, что термофильные закваски, особенно YO-MIX 465, обеспечивают оптимальные показатели вязкости, устойчивости и кислотности. Эти свойства являются критически важными при работе с нестабильным молоком стародойных коров, поскольку позволяют компенсировать недостатки сырья и получить продукт высокого качества. Кроме того, высокая вязкость и стабильность кислотности напрямую влияют на органолептические свойства, срок годности и коммерческую привлекательность конечной продукции.

В исследовании было установлено, что закваска YO-MIX 465 обеспечивает быструю ферментацию (5 часов до pH 4.40), минимальный уровень отделения сыворотки, а также формирует стабильную кремовую консистенцию, что согласуется с выводами авторов [11], которые обнаружили, что активность NADH-оксидазы у S. thermophilus определяет скорость образования формиата и снижает время закисления, улучшая при этом коагуляцию белков молока.

Одной из ключевых задач при производстве функциональных кисломолочных продуктов остаётся достижение оптимального баланса между сенсорными и физико-химическими характеристиками. Исследования Marco et al. (2017) и Liu et al. (2024) подчёркивают, что ферментация не только формирует текстуру, но и улучшает пищевую ценность за счёт высвобождения биоактивных соединений. Это особенно актуально при работе с нестабильным молоком, например, полученным в позднюю лактацию, где буферная способность и содержание белков понижены [14, 15].

Ранее Savaiano and Hutkins (2021) обосновали, что регулярное потребление йогурта снижает риски развития гипертонии и нарушений липидного обмена, что делает продукты с пробиотическими культурами особенно ценными для функционального питания. Следовательно, внедрение эффективных заквасок на нестабильное молоко способно обеспечить выпуск продукции с добавленной оздоровительной ценностью [16].

Таким образом, полученные данные позволяют рекомендовать YO-MIX 465 как предпочтительную закваску для ферментации молока от стародойных коров, обеспечивающую технологическую устойчивость и высокое качество конечного продукта, соответствующее современным требованиям пищевой безопасности и функциональности.

Выводы. Проведённое экспериментальное исследование подтвердило, что переработка молока стародойных коров, характеризующегося пониженными технологическими показателями, возможна при условии тщательного выбора заквасочной культуры. Несмотря на допустимые санитарные и химические параметры, такое молоко демонстрирует пониженную плотность, зольность и белковую насыщенность, что снижает его стабильность в процессе ферментации. Применение неподходящих заквасок приводит к ухудшению текстуры, отделению сыворотки и нестабильности готового продукта при хранении.

Проведённая сравнительная оценка пяти типов заквасок продемонстрировала, что наилучшие технологические результаты достигаются при использовании термофильных культур, обладающих высокой скоростью ферментации и устойчивостью к условиям слабобуферной молочной среды, характерной для молока стародойных коров. Особенно эффективной в данном контексте проявила себя заквасочная культура

YO-MIX 465 (производства Danisco), которая обеспечила максимальную кислотность конечного продукта (активная кислотность - pH 4.40; титруемая кислотность - 100 °Т), высокую скорость сквашивания (время достижения pH 4.6 составило 5.0 часов), а также отличалась формированием стабильной и кремообразной консистенции. Важным преимуществом данной культуры стало полное отсутствие отделившейся сыворотки и минимальные колебания уровня pH в течение всего срока хранения, что свидетельствует о высокой стабильности продукта и надёжности закваски при переработке нестабильного сырья.

***Финансирование**. Исследование выполнено в рамках проекта AP23488862, финансируемого Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.*

Литература

1. Диханбаева Ф.Т., Мухтарханова Р.Б., Имангалиева Ж.К., Есенова А.Б., Тапалова Д.Б. Создание обогащённых продуктов из молочного сырья с низкими технологическими показателями // Вестник Алматинского технологического университета. - 2024. - Т.145 (3). – С.136-145. DOI 10.48184/2304-568X-2024-3-136-145.

2. Толкунова Н.Н., Прянишников В.В., Жучков А.А. Современные белковые препараты: научные основы производства, способы их введения в пищевые системы: учебно-методическое пособие для высшего профессионального образования / Орёл: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК». - 2014. – 88 с. ISBN 978-5-93932-708-4.

3. Кононенко С.И. Актуальные проблемы организации кормления в современных условиях // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – № 115 (01). – С.951-980.

4. Гаврилова Н.Б., Щетинин М.П. Технология молока и молочных продуктов: традиции и инновации // Москва: Колос. - 2012. – 544 с. ISBN 978-5-9532-0809-3.

5. Adolfsson O., Meydani S.N., Russell R.M. Yogurt and gut function // The American Journal of Clinical Nutrition. – 2004. – Vol.80(2). – P.245-256. DOI 10.1093/ajcn/80.2.245.

6. Огнева О.А., Безверхая Н.С. Технология молочных продуктов функционального и специального назначения// Краснодар: КубГАУ. - 2019. – 179 с. ISBN 978-5-00097-847-4.

7. Каночкина М.С., Жукова И.В., Шишова Н.В., и др. Особенности подбора заквасочных культур в производстве функциональных кисломолочных продуктов // Вестник Мурманского государственного технического университета. - 2023.-Т.26(4). - С.511-528. DOI 10.21443/1560-9278-2023-26-4-511-528.

8. Aguilar-Toalá J.E., Garcia-Varela R., Garcia H.S., Mata-Haro V., González-Córdova A.F., Vallejo-Cordoba B., Hernández-Mendoza A. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field // Trends in Food Science & Technology.-2018.-Vol.75. -P.105-114. DOI 10.1016/j.tifs.2018.03.009.

9. Fan X., Zhou Y., Liu Y., Sun J., Liu C., Li H., Zhang W. Effects of Semen Ziziphi Spinosae extract and binary probiotics co-fermentation on the quality of yogurt and their underlying molecular mechanisms // Food Chemistry: X. - 2024. - Vol.21.- P.101191. DOI 10.1016/j.fochx.2024.10119.

10. СТ РК 1760-2008. Молоко коровье. Технические условия. – Астана: Комитет технического регулирования и метрологии МИНТ РК. - 2008.- 19с. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31684371.- Дата обращения: 16.05.2025.

11. Shori A.B. Influence of food matrix on the viability of probiotic bacteria: A review based on dairy and non-dairy beverages//Food Bioscience.-2016. -Vol.13.- P.1-8. DOI 10.1016/j.fbio.2015.11.001.

12. Burak L. Modern methods of food processing. Critical review// ResearchGate. - 2024. DOI 10.5281/zenodo.10632041.

13. Ускова Д.Г., Попова Н.В., Ботвинникова В.В. Инновационные подходы в формировании потребительских свойств восстановленных молочных продуктов на примере йогуртов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. -2016. - № 2. - С. 203-213. DOI 10.14529/food160203.

14. Liu S., Chen Y., Huang R., et al. Validation of an Optical Technology for the Determination of pH in Milk during Yogurt Manufacture // Foods. – 2024. – Vol.13(17): 2766. DOI 10.3390/foods13172766.

15. Marco M.L., Sanders M.E., Ganzle M., et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond // Current Opinion in Biotechnology. – 2017. – Vol.44. – P.94-102. DOI 10.1016/j.copbio.2016.11.010.

16. Savaiano D.A., Hutkins R.W. Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review // Nutrition Reviews. – 2021. – Vol. 79(5). – P.599-614. DOI 10.1093/nutrit/nuaa013.

References

1. Dihanbaeva F.T., Muhtarhanova R.B., Imangalieva Zh.K., Esenova A.B., Tapalova D.B. Sozdanie obogashhjonnyh produktov iz molochnogo syr’ ja s nizkimi tehnologicheskimi pokazateljami // Vestnik Almatinskogo tehnologicheskogo universiteta. - 2024. - T.145 (3). - S.136-145. DOI 10.48184/2304-568X-2024-3-136-145. [in Russian]

2. Tolkunova N.N., Prjanishnikov V.V., Zhuchkov A.A. Sovremennye belkovye preparaty: nauchnye osnovy proizvodstva, sposoby ih vvedenija v pishhevye sistemy: uchebno-metodicheskoe posobie dlja vysshego professional’ nogo obrazovanija / Orjol: FGBOU VPO «Gosuniversitet-UNPK». - 2014. – 88 s. ISBN 978-5-93932-708-4. [in Russian]

3. Kononenko S.I. Aktual’ nye problemy organizacii kormlenija v sovremennyh uslovijah // Nauchnyj zhurnal KubGAU. - 2016. - № 115 (01). - S.951-980. [in Russian]

4. Gavrilova N.B., Shhetinin M.P. Tehnologija moloka i molochnyh produktov: tradicii i innovacii // Moskva: Kolos. - 2012. - 544 s. ISBN 978-5-9532-0809-3. [in Russian]

5. Adolfsson O., Meydani S.N., Russell R.M. Yogurt and gut function // The American Journal of Clinical Nutrition. – 2004. – Vol.80(2). – P.245-256. DOI 10.1093/ajcn/80.2.245.

6. Ogneva O.A., Bezverhaja N.S. Tehnologija molochnyh produktov funkcional’ nogo i special’ nogo

naznachenija// Krasnodar: KubGAU. - 2019. – 179 s. ISBN 978-5-00097-847-4. [in Russian]

7. Kanochkina M.S., Zhukova I.V., Shishova N.V., i dr. Osobennosti podbora zakvasochnyh kul’ tur v proizvodstve funkcional’ nyh kislomolochnyh produktov // Vestnik Murmanskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. - 2023. -T.26(4). - S.511-528. DOI 10.21443/1560-9278-2023-26-4-511

528. [in Russian]

8. Aguilar-Toalá J.E., Garcia-Varela R., Garcia H.S., Mata-Haro V., González-Córdova A.F., Vallejo-Cordoba B., Hernández-Mendoza A. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field // Trends in Food Science & Technology.-2018.-Vol.75. -P.105-114. DOI 10.1016/j.tifs.2018.03.009.

9. Fan X., Zhou Y., Liu Y., Sun J., Liu C., Li H., Zhang W. Effects of Semen Ziziphi Spinosae extract and binary probiotics co-fermentation on the quality of yogurt and their underlying molecular mechanisms // Food Chemistry: X. - 2024. - Vol.21.- P.101191. DOI 10.1016/j.fochx.2024.10119.

10. ST RK 1760-2008. Moloko korov’ e. Tehnicheskie uslovija. – Astana: Komitet tehnicheskogo regulirovanija i metrologii MINT RK. - 2008.- 19s. URL: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=31684371.- Data obrashhenija: 16.05.2025. [in Russian]

11. Shori A.B. Influence of food matrix on the viability of probiotic bacteria: A review based on dairy and non-dairy beverages//Food Bioscience.-2016. -Vol.13.- P.1-8. DOI 10.1016/j.fbio.2015.11.001.

12. Burak L. Modern methods of food processing. Critical review// ResearchGate. - 2024. DOI 10.5281/zenodo.10632041.

13. Uskova D.G., Popova N.V., Botvinnikova V.V. Innovacionnye podhody v formirovanii potrebitel' skih svojstv vosstanovlennyh molochnyh produktov na primere jogurtov // Vestnik Juzhno-Ural' skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Pishhevye i biotehnologii. -2016. - № 2. - S.203-213. DOI 10.14529/food160203. [in Russian]

14. Liu S., Chen Y., Huang R., et al. Validation of an Optical Technology for the Determination of pH in Milk during Yogurt Manufacture//Foods -2024 -Vol.13(17): 2766. DOI 10.3390/foods13172766.

15. Marco M.L., Sanders M.E., Ganzle M., et al. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond // Current Opinion in Biotechnology. – 2017. – Vol.44. – P.94-102. DOI 10.1016/j.copbio.2016.11.010.

16. Savaiano D.A., Hutkins R.W. Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review // Nutrition Reviews. - 2021. - Vol.79(5). —P.599-614. DOI 10.1093/nutrit/nuaa013.

Сведения об авторах

Таева А.М.- доктор технических наук, профессор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: aigul_taeva@mail.ru;

Кулажанов Т.К.- доктор технических наук, академик НАН РК, профессор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: tkulazhanov_atu@mail.ru;

Диханбаева Ф.Т.- доктор технических наук, профессор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: fatima6363@mail.ru;

Мухтарханова Р.Б.-кандидат технических наук, ассоциированный профессор,Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: rauan_78@mail.ru ;

Имангалиева Ж.К.-PhD, ассистент профессор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, , e-mail: i.zhadra@mail.ru.

Information about the authors

Tayeva A.M.-Doctor of Technical Sciences, Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: aigul_taeva@mail.ru;

Kulazhanov T.K.- Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: tkulazhanov_atu@mail.ru;

Dikhanbayeva F.T.- Doctor of Technical Sciences, Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: fatima6363@mail.ru ;

Mukhtarkhanova R.B.- Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: rauan_78@mail.ru;

Imangaliyeva Zh.K.- PhD, Assistant Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: i.zhadra@mail.ru.