

ИКОМБАЕВ ТАЛГАТ ДЮСЮМБЕКОВИЧ

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НАЦИОНАЛЬНЫХ
ВЯЗКОПЛАСТИЧНЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

8D05101- «Биотехнология (по отраслям и областям применения)»

Диссертация на соискание ученой степени
доктора философии (PhD)

Отечественный научный консультант:
к.б.н., профессор
Оспанова А.К.
Зарубежный научный консультант:
д.т.н., профессор
Майоров А.А.

Республика Казахстан
Алматы, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
	ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	7
	ВВЕДЕНИЕ	9
1	ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	16
1.1	Вязкопластичные кисломолочные продукты: польза и эффективность применения вязкопластичных кисломолочных продуктов	16
1.2	Пробиотические действия молочнокислых бактерий	20
1.3	Сравнительная характеристика физико-химических свойств козьего и коровьего молока	23
1.4	Научно-технологические основы производства вязкопластичных кисломолочных продуктов и их стандартизация	27
2	ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	34
2.1	Материалы исследования	34
2.2	Объекты исследования	35
2.3	Методы исследования	35
2.3.1	Методы определения физико-химических свойств молока и молочных продуктов	35
2.3.2	Выделение молочнокислых бактерий и определение их морфологических свойств	36
2.3.3	Определение биохимических и технологических свойств отобранных МКБ	37
2.3.4	Определение основных пробиотических свойств отобранных МКБ	38
2.3.5	Идентификация пробиотических штаммов молочнокислых бактерий с использованием современных методик	42
3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	44
3.1	Исследование органолептических и физико-химических свойств козьего молока, отобранного для получения творога	44
3.2	Выделение чистых штаммов молочнокислых бактерий (МКБ) из кисломолочных продуктов	45
3.2.1	Биохимические и технологические свойства отобранных МКБ	48
3.2.2	Изучение пробиотических свойств отобранных штаммов МКБ	55
3.2.2.1	Антимикробная активность	55
3.2.2.2	Гидрофобность клеточной поверхности	57
3.2.2.3	Аутоагрегация	61
3.2.2.4	Анализ коагрегации	63
3.2.2.5	Способность к образованию биопленок	65
3.2.2.6	Переносимость желчи	66
3.2.2.7	Устойчивость к антибиотикам	70

3.2.3	Идентификации пробиотических штаммов молочнокислых бактерий с использованием современных методик	83
3.3	Получение творога на основе коровьего и козьего молока по традиционной технологии	88
3.4	Изучение органолептических и физико-химических свойств, сравнительная оценка традиционных творогов на основе коровьего и козьего молока	90
3.5	Разработка различных заквасок на основе пробиотических штаммов МКБ для рационального использования в производстве творога из козьего молока	94
3.6	Оптимизация технологии производства пробиотического творога на основе козьего молока	99
3.7	Органолептические и физико-химические показатели пробиотического творога на основе козьего молока	103
3.8	Микробиологические показатели пробиотического творога на основе козьего молока	110
3.9	Усовершенствование технологии вязкопластичных кисломолочных продуктов	112
3.10	Практическая ценность применения технологии творога на основе пробиотических заквасок	115
4	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	118
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	120
	ПРИЛОЖЕНИЯ	137

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 10444	Микробиология пищевых продуктов. Методы испытаний.
ГОСТ 18481-81	Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли витаминов.
ГОСТ 25011-81	Мясо и мясные продукты. Методы определения белка.
ГОСТ 26781-85	Молоко и молочные продукты. Общие технические условия.
ГОСТ 3626-73	Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли углеводов.
ГОСТ 3624-92	Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности.
ГОСТ 5867-90	Молоко и молочные продукты. Методы определения массовой доли жира.
ГОСТ 51473-99	Молочные продукты. Методы определения массовой доли белка.
ГОСТ 52054-2003	Молоко коровье сырое. Технические условия.
ГОСТ 52096-2003	Молочные продукты. Методы определения массовой доли влаги.
ГОСТ 31452-2012	Сметана. Технические условия.
ГОСТ 31980-2012	Молоко и молочные продукты. Метод определения массовой доли сухих веществ.
ГОСТ 55331-2012	Молочные продукты. Методы определения массовой доли молочного жира.
ГОСТ 31453-2013	Творог. Технические условия.
ГОСТ 32915-2014	Молоко и молочная продукция. Определение жирнокислотного состава жировой фазы методом газовой хроматографии.
ГОСТ 31454-2018	Продукты молочные. Метод измерения pH
ГОСТ 34454-2018	Молочные продукты. Методы определения массовой доли микроэлементов и белка методом Кьельдаля.
СТ РК 94-95	Творог. Технические условия. Национальный стандарт Республики Казахстан, введен в действие с 01.01.2015.
СТ РК 1733-2015	Кисломолочные продукты. Общие технические условия. Национальный стандарт Республики Казахстан.
СТ РК 2069-2015	Продукция кисломолочная. Общие технические условия.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Адгезия - процесс прилипания или сцепления одной поверхности с другой, обеспечивающий контакт и удержание объектов или клеток на различных биологических или небιологических поверхностях.

Бифидобактерии - палочковидные бактерии, относящиеся к представителям нормальной микрофлоры организма.

Гомогенизация - процесс механического воздействия на молоко или другую жидкость с целью равномерного распределения жировых частиц и предотвращения их расслоения.

Идентификация - определение характерных (типичных) морфологических, биохимических и/или генетических свойств микроорганизма с целью его точного распознавания.

Культура - популяция жизнеспособных микроорганизмов, выращенная на плотной или жидкой питательной среде.

Микробиоценоз - совокупность микроорганизмов, входящих в состав конкретного биоценоза и взаимодействующих между собой и с окружающей средой.

Микрофлора - совокупность микроорганизмов, обитающих в определённой среде организма (например, в кишечнике, на коже, слизистых оболочках и т.д.).

Молочные продукты - пищевая продукция, производимая из молока и (или) его компонентов без использования немолочных жиров и белков; допускается включение функционально необходимых ингредиентов.

Молочное сырьё (сырьё) - молоко, не подвергавшееся термической обработке и предназначенное для дальнейшей переработки.

Охлаждение - технологический процесс снижения температуры продукта (в частности, молока) до установленного уровня, необходимого для замедления роста микрофлоры и продления срока хранения.

Очистка молока - процесс удаления механических примесей (шерсти, пыли, сгустков и др.) из молока, как правило, с использованием фильтрации или сепарации.

Пастеризация - термическая обработка продукта при температуре от 65 °С до 100 °С, обеспечивающая уничтожение не менее 99% патогенных и вегетативных клеток микроорганизмов, присутствующих в исходном составе продукта.

Пробиотик - живые или высушенные микроорганизмы, преимущественно молочнокислые бактерии, способствующие восстановлению и поддержанию нормальной микрофлоры кишечника.

Пребиотик - непатогенное вещество немикробного происхождения, которое избирательно стимулирует рост и/или активность нормальной кишечной микрофлоры.

Стерилизация - процесс полного уничтожения всех форм микроорганизмов (в том числе спор), находящихся на поверхностях, в продуктах или материалах.

Технология - совокупность знаний, методов и процессов, направленных на получение готовой продукции из сырья и материалов с использованием специализированного оборудования и приёмов.

Термостат - устройство, предназначенное для поддержания постоянной температуры, необходимой для проведения биологических, микробиологических и других исследований.

Штамм - культура микроорганизмов одного вида, обладающая стабильными морфологическими, физиологическими и биохимическими признаками.

Молочнокислые бактерии (МКБ) — грамположительные, факультативно анаэробные микроорганизмы класса *Bacilli*, семейства *Lactobacillaceae*, способные ферментировать углеводы с образованием молочной кислоты.

Бифидобактерии — грамположительные, анаэробные микроорганизмы класса *Actinobacteria*, семейства *Bifidobacteriaceae*, рода *Bifidobacterium*, участвующие в молочнокислом брожении и поддержании микрофлоры продукта.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Перечень обозначений и сокращения, применяемых в диссертации:

°T	– кислотность по Тёрнеру
ААД	– антибиотикоассоциированная диарея
АПФ	– ангиотензин-превращающий фермент
β-ЛГ	– β-лактоглобулин
ВОЗ	– Всемирная организация здравоохранения
ДНК	– дезоксирибонуклеиновая кислота
ЖКТ	– желудочно-кишечный тракт
ЗК	– воспалительные заболевания кишечника (ВЗК)
IgA	– иммуноглобулин А - антитело, играющее ключевую роль в местном иммунитете слизистых оболочек
IL-6	– интерлейкин-6 - провоспалительный цитокин, участвующий в иммунном ответе
IL-10	– интерлейкин-10 - противовоспалительный цитокин, регулирующий иммунный ответ
ИГ	– иммуноглобулин
КОЕ	– колониеобразующая единица
ЛФ	– лактоферрин
ЛЦ	– лизоцим
MALDI-TOF/MS	– матрично-активируемая лазерная десорбция/ионизация с использованием анализа времени пролёта в масс-спектрометрии (Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry) метод анализа массы биомолекул
МКБ	– молочнокислые бактерии
МПа	– мегапаскаль - единица измерения давления (1 МПа = 10 ⁶ Па)
мРНК	– матричная рибонуклеиновая кислота - молекула, несущая генетическую информацию от ДНК к рибосомам
MRS	– питательная среда для выделения и культивирования чистых культур молочнокислых бактерий
ОМ	– обезжиренное молоко
ОП	– оптическая плотность
PBS-буфер	– фосфатно-солевой буфер (Phosphate Buffered Saline) - раствор, поддерживающий постоянный pH в биологических системах
SAB	– сывороточный альбумин
СРК	– синдром раздражённого кишечника
TNF-α	– фактор некроза опухоли-альфа - цитокин, участвующий в системном воспалительном ответе
Ф6ФФК	– фруктозо-6-фосфатфосфокетолаза
ФАВ	– физиологически активные вещества
ФАО	– Продовольственная и сельскохозяйственная организация

	Объединённых Наций (FAO)
–SH	– сульфгидрильные группы - функциональные группы, содержащие атом серы и водорода, играющие важную роль в структуре белков
α -ЛА	– α -лактальбумин
ЭПС	– экзополисахариды - полисахариды, выделяемые микроорганизмами во внешнюю среду

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика диссертационной работы: Работа направлена на оптимизацию технологии производства национальных вязкопластичных кисломолочных продуктов на основе козьего молока с использованием отечественных низкокислотопродуцирующих пробиотических композиций заквасок, имеющих практическое значение в молочной промышленности. В ходе исследования учитывались биохимические особенности козьего молока в качестве сырья, а также требования к качеству и функциональности готовой продукции. Применение шадящей технологии способствует сохранению биологически ценных компонентов, улучшению органолептических показателей и повышению функциональной направленности продукта.

Актуальность исследовательской работы:

Молочная отрасль занимает важное место в агропромышленном комплексе Республики Казахстан. Исторически сложившиеся традиции производства и потребления кисломолочных продуктов способствовали формированию уникальной культуры питания, в которой особое значение придаётся вязкопластичным изделиям: творогу, йогуртам, сметане, мягким сырам и другим продуктам, полученным в результате молочнокислого брожения.

С развитием науки и технологий усиливается необходимость совершенствования традиционных методов переработки молока, обеспечения стабильного качества и расширения ассортимента с учётом потребностей современного потребителя. Особую значимость приобретают биотехнологические подходы, направленные на улучшение микрофлоры, повышение пищевой ценности и функциональности продукции.

В условиях глобализации, конкуренции и растущего интереса к здоровому питанию перед отечественными производителями стоит задача не только сохранения традиционных рецептур, но и оптимизации технологических процессов, обеспечивающих высокие органолептические и потребительские характеристики продукции. При этом особое внимание требует сектор молочного козоводства, развитие которого в Казахстане остаётся ограниченным.

Несмотря на высокую биологическую и диетическую ценность, продукция из козьего молока пока не в полной мере удовлетворяет потребительский спрос [1]. Козье молоко обладает рядом преимуществ по сравнению с коровьим: меньшей аллергенностью, лучшей усвояемостью, особым аминокислотным и липидным составом. Благодаря пониженному содержанию лактозы и отсутствию аллергенных белков, таких как α s1-казеин, оно может быть рекомендовано людям с непереносимостью лактозы и аллергией на белки коровьего молока [2].

Однако особенности белкового состава козьего молока обуславливают его слабую кислотоустойчивость и требуют адаптации традиционных технологий ферментации и коагуляции [3]. Многочисленные методы, применяемые для переработки коровьего молока, оказываются неприемлемыми

при производстве продуктов на основе козьего молока. Это определяет необходимость разработки щадящих технологических решений, способных обеспечить мягкое молочнокислородное брожение и формирование высококачественной текстуры продукта.

Особое внимание в работе уделено использованию пробиотических культур, оказывающих благоприятное воздействие на здоровье человека: стимулирующих иммунную систему, синтезирующих витамины, подавляющих рост патогенной микрофлоры и поддерживающих баланс кишечной микробиоты [4,5]. Наиболее широко в молочной промышленности применяются штаммы родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* [6,7].

В условиях Республики Казахстан особенно актуально использование пробиотических штаммов, выделенных из традиционных кисломолочных продуктов, которые хорошо приспособлены к условиям местного потребителя. Использование местных заквасок, выделенных из традиционных кисломолочных продуктов, обеспечивает не только технологическую эффективность, но и функциональную совместимость с микробиотой потребителей. Эти культуры демонстрируют хорошую приживаемость и устойчивость к действию желудочно-кишечной среды.

Применение пробиотических композиций при производстве творога из козьего молока обеспечило умеренное кислотообразование в процессе сквашивания молока. В результате сформировалась мягкая, нежная и вязкопластичная структура продукта. Использование пробиотических культур способствовало повышению биологической ценности творога за счет сохранения жизнеспособных микроорганизмов. Полученный продукт продемонстрировал выраженное пробиотическое действие и высокую выживаемость пробиотических культур в условиях желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, полученный продукт сочетает в себе функциональные свойства пробиотика и традиционные органолептические характеристики, что позволяет отнести его к категории продуктов с направленным функциональным действием.

С учётом вышеизложенного в настоящем исследовании была разработана оптимизированная технология производства творога из козьего молока с применением низкокислотопродуцирующих пробиотических штаммов *Lactobacillus paracasei*, *Lactococcus lactis* и *Bifidobacterium crudilactis*. Использование данных культур обеспечивает мягкое молочнокислородное брожение, контроль кислотности и сохранение природных свойств козьего молока. Дополнительно достигается улучшение вкусовых и текстурных характеристик, что особенно важно для продукции, ориентированной на детское, диетическое и функциональное питание.

Отдельное значение имеет тот факт, что применённые пробиотические штаммы были выделены автором из козьего молока и традиционных кисломолочных продуктов региона, что обеспечивает их высокую адаптацию и устойчивость, а также делает разработанную технологию особенно релевантной для условий Республики Казахстан.

Разработка направлена на решение нескольких актуальных задач: расширение ассортимента продукции из козьего молока, повышение её качества и биологической ценности, а также стимулирование развития молочного козоводства в Казахстане как перспективного направления животноводства.

Актуальность выполненной работы определяется необходимостью модернизации технологий переработки козьего молока, повышения конкурентоспособности отечественной молочной продукции, а также расширения её применения в сферах диетического, детского и функционального питания.

Цель исследования: Оптимизировать технологию производства творога из козьего молока с использованием низкокислотопродуцирующих пробиотических заквасок.

Задачи исследования:

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

1. Изучить органолептические и физико-химические свойства козьего молока, отобранного в качестве сырья для производства вязкопластичного кисломолочного продукта (творога).

2. Выделить и идентифицировать чистые культуры молочнокислых бактерий (МКБ) из традиционных кисломолочных продуктов с применением современных микробиологических и молекулярно-генетических методов.

3. Изучить биохимические, технологические и пробиотические свойства выделенных штаммов молочнокислых бактерий, включая оценку их антимикробной активности, гидрофобности клеточной поверхности, способности к аутоагрегации и коагрегации, формированию биоплёнок, а также переносимости к солям желчи и устойчивости к антибиотикам.

4. Получить опытные пробы творога из коровьего и козьего молока по традиционной технологии, провести анализ их органолептических и физико-химических характеристик.

5. Разработать композиции отечественных низкокислотопродуцирующих пробиотических штаммов, адаптированных к особенностям козьего молока.

6. Оптимизировать технологический процесс производства пробиотического творога с применением низкокислотопродуцирующих культур и получить пробиотический творог из козьего молока с использованием разработанных заквасок.

7. Изучить и оценить физико-химические и микробиологические показатели полученного пробиотического творога на основе козьего молока.

Объекты исследования:

1. Пробы козьего и коровьего молока регионов Республики Казахстан, используемые в качестве сырья для производства кисломолочных продуктов.

2. Пробы традиционных кисломолочных продуктов (козье молоко, творог из коровьего и козьего молока) Восточно-Казахстанского региона, используемые для выделения пробиотических штаммов.

3. Отечественные низкокислотопродуцирующие пробиотические штаммы молочнокислых бактерий, такие как *Lacticaseibacillus subsp. paracasei* KAN EI 4, *Bifidobacterium crudilactis* 7-2, *Lacticaseibacillus subsp. paracasei* Gch 5.2.1, *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-8 M, *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-1M, *Bifidobacterium crudilactis* 7-6C.

4. Вязкопластичный кисломолочный продукт – творог.

5. Бактериальные тест-культуры, используемые для оценки антимикробной активности пробиотических штаммов: *Bacillus cereus* 1410 A, *Staphylococcus aureus* CCM 4516, *Escherichia coli* CCM 4516, *Pseudomonas aeruginosa* CCM 1961.

Научная новизна исследования:

1. Впервые установлены таксономическая принадлежность и функциональный потенциал автохтонных штаммов молочнокислых бактерий, выделенных из козьего молока и творога Восточно-Казахстанской области, на основе секвенирования гена 16S рРНК и комплексной оценки их пробиотических и технологических свойств. Полученные нуклеотидные последовательности депонированы в базе данных GenBank (NCBI, США) под номерами: PX376708 (EF71346868), PX376985 (EF71346863), PX376986 (EF71346869), PX376954 (EF71346862), PX377005 (EF71346864), что обеспечивает их приоритет и воспроизводимость, а также расширяет сведения о регионально-специфичной микробиоте и её прикладном потенциале.

2. Научно обоснована возможность применения низкокислотопродуцирующих пробиотических заквасок, полученных на основе автохтонных штаммов с учетом их ключевых метаболических характеристик для мягкого молочнокислого брожения козьего молока с формированием сгустка при кислотности 51–79°Т.

3. Разработаны и апробированы три пробиотических консорциума штаммов *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactococcus lactis* и *Bifidobacterium crudilactis*, обладающих низкой кислотопродукцией и высокой биосовместимостью, а также обеспечивающих стабильное сквашивание, высокую жизнеспособность пробиотических клеток (до $2,9 \times 10^8$ КОЕ/г) и улучшенные органолептические свойства готового продукта.

4. Проведено сравнительное исследование творога из козьего и коровьего молока, произведённого по традиционной технологии. Козий творог при сопоставимом содержании белка (14,38–14,6 %) характеризуется более высокой калорийностью (213,02–258,73 ккал/100 г) за счёт жира (до 21,09 %), а также водорастворимых витаминов. Полученные показатели демонстрируют высокую биологическую ценность козьего творога и обосновывают его перспективность для функционального и диетического питания.

5. Оптимизирована технология производства вязкопластичного творога из козьего молока с применением щадящего режима и пробиотических консорциумов отечественных низкокислотопродуцирующих штаммов. В результате снижена кислотность продукта (51–79°Т против 156°Т в традиционном твороге), повышены жирность (до 21,1 %) и влажность (до 66,2 %). Разработанный творог обладает мягкой консистенцией, приятным

специфическим вкусом, высокой энергетической и биологической ценностью (213–259 ккал/100 г), выживаемость (до $2,9 \times 10^8$ КОЕ/г) и соответствует требованиям безопасности.

Практическая ценность работы:

Практическая значимость выполненного исследования заключается в разработке и научном обосновании технологии производства пробиотического творога из козьего молока с применением отечественных низкокислотопродуцирующих штаммов молочнокислых бактерий. Использованные в работе штаммы были выделены из традиционных кисломолочных продуктов, таких как козье молоко, творог из козьего и коровьего молока, отобранных из Восточно-Казахстанского региона Республики Казахстан. Зарегистрированные в базе данных GenBank пробиотические штаммы, идентифицированные с помощью секвенирования 16S рРНК, представляют ценность для последующего применения в производстве пробиотических препаратов и функциональных продуктов (ПРИЛОЖЕНИЕ К).

В ходе исследования была сформирована заквасочная композиция, включающая лучшие по функционально-технологическим и пробиотическим показателям штаммы: *Lactocaseibacillus paracasei* (KAN EI 4, Gch 5.2.1), *Bifidobacterium crudilactis* (7-2, 7-6C), *Lactococcus lactis subsp. lactis* (7-1M, 7-8M), полученные из традиционных региональных продуктов. Эта композиция подобрана с учётом биохимических характеристик козьего молока - низкой кислотоустойчивости и специфической белковой структуры, что позволило адаптировать процесс сквашивания и создать щадящую технологию.

Разработанная технология пробиотического творога из козьего молока обеспечивает мягкое молочнокислое брожение, формирование вязкопластичной текстуры, оптимальный уровень кислотности.

Готовый продукт отличается мягким, сбалансированным вкусом без выраженной кислинки, высокой пробиотической активностью и повышенной усвояемостью. Технология особенно актуальна для фермерского и экологически ориентированного производства, где важно сохранить природную ценность сырья и применять щадящие методы переработки. Предложенная технология может быть успешно реализована как на перерабатывающих предприятиях, так и в условиях малых фермерских хозяйств. Она отличается воспроизводимостью, технологической надёжностью и соответствует актуальным тенденциям в области функционального и здорового питания.

Таким образом, установлено, что результаты данного исследования обладают высокой прикладной ценностью для развития молочного козоводства и увеличения ассортимента отечественной пробиотической продукции. Технология способствует укреплению продовольственной безопасности, повышению конкурентоспособности национального производства и формированию современной модели питания населения с профилактической и функциональной направленностью.

Основные положения, выносимые на защиту:

Научно обоснована технология производства пробиотического творога из козьего молока с использованием отечественных низкокислотопродуцирующих штаммов *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactococcus lactis* и *Bifidobacterium crudilactis*.

Применение разработанной технологии с использованием консорциума *Lacticaseibacillus paracasei* Gch 5.2.1 и *Lactococcus lactis* 7-8 М обеспечивает контролируемое мягкое брожение (до 79°С), способствующее формированию вязкопластичной структуры и стабильных органолептических свойств творога.

Автохтонные штаммы молочнокислых бактерий, использованные при производстве творога из козьего молока, обладают высокой пробиотической активностью, подтверждённой результатами *in vitro*-исследований (высокая ферментативная и антимикробная активность, выраженная адгезивная способность и устойчивость к стресс-факторам).

Апробация диссертационной работы: Основные положения и результаты диссертационного исследования были представлены и обсуждены на следующих научных мероприятиях: Международная научно-практическая конференция «Современные вызовы для биотехнологии, ветеринарии и медицины», Гвардейский, 2020; Международный молодёжный форум «Парадигмы естественно-научного образования и науки в целях устойчивого развития», Алматы, 2022; International Conference on Microbiology: Biology and Biotechnology of Microorganisms (ICMBB), 2021. Кроме того, результаты исследования отражены в научных публикациях и рекомендованы для внедрения на предприятиях молочной промышленности и в фермерских хозяйствах, занимающихся производством функциональной продукции из козьего молока. Во второй год обучения в докторантуре автор принял участие в международном семинаре «Agriculture and LiveStock Products Processing for the Belt and Road countries» (Харбин, Китай, 6-26 июня 2018), где были представлены и обсуждены актуальные аспекты диссертационного исследования (ПРИЛОЖЕНИЕ Й).

Научные публикации: По материалам диссертационной работы опубликовано 14 научных публикаций, в том числе: 2 статьи в рейтинговых международных журналах, входящих в базу данных Scopus: *Journal of Agriculture and Food Research* (процентиль 93, Q1); *Studies in Systems, Decision and Control* (процентиль 60, Q3); 2 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования (КОКНВО); 4 статьи в материалах международных научных конференций и форумов; 1 статья в научно-техническом журнале. В соавторстве были получены 2 патента на изобретение и 3 патента на полезную модель.

Связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами:

Автор является ведущим научным сотрудником грантового проекта ИРН AP26101141 «Разработка заквасок на основе селекций коллекционных штаммов для производства функциональных продуктов, обогащённых постбиотиками», реализуемого в 2025–2027 годах в рамках приоритета «Устойчивое развитие агропромышленного комплекса». Настоящая диссертационная работа является

логическим продолжением и развитием научных исследований, проводимых в рамках данного проекта.

Работа опирается на современные достижения в области микробиологии и пищевой биотехнологии. В диссертации развиваются и адаптируются методы применения пробиотических штаммов, учитывающих биохимические особенности козьего молока и региональную микрофлору. Полученные результаты дополняют и расширяют существующую научную базу, предлагая инновационный подход к производству функционального творога, имеющего высокую актуальность для отечественной молочной промышленности и сельского хозяйства.

Структура и объем диссертационной работы: Диссертация состоит из введения, четырёх основных глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Общий объём диссертации составляет 137 страниц, набранных с использованием компьютерного шрифта. Работа включает 38 таблиц, 33 рисунков. Список использованных источников содержит 204 наименований.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Вязкопластичные кисломолочные продукты: польза и эффективность применения вязкопластичных кисломолочных продуктов

Кисломолочные продукты вязкопластичной консистенции, к которым относятся творог и творожные изделия, сметана, йогурт, а также отдельные виды мягких и рассольных сыров, занимают особое место в структуре питания населения Казахстана и других стран с развитым молочным скотоводством. Эти продукты сочетают в себе высокую питательную, биологическую и диетическую ценность, обусловленную содержанием легкоусвояемых белков, молочнокислых бактерий, витаминов группы В, органических кислот и минеральных веществ.

Текстура таких продуктов определяется совокупностью факторов: видом заквасочной микрофлоры, технологическим режимом, составом исходного сырья, уровнем влагоудержания и степенью коагуляции белков. Консистенция характеризуется вязкопластичными свойствами, обеспечивающими желаемое восприятие потребителем.

Творог - это белковый кисломолочный продукт, вырабатываемый путем сквашивания молока (нормализованной смеси) чистыми культурами молочнокислых бактерий (лактококков; лактобактерии и термофильных молочнокислых стрептококков) с последующим удалением сыворотки из сгустка. Творог вырабатывается различными способами, отличающимися уровнем механизации и автоматизации технологического процесса, трудоемкостью и расходом сырья. Он отличается высоким содержанием полноценного белка (до 18%), молочного жира, кальция, витаминов группы В и легкоусвояемыми формами минеральных веществ [12].

В национальной практике творог может использоваться как самостоятельный продукт, так и как основа для творожных изделий: десертов, запеканок, сырников и др. Особое внимание уделяется его консистенции, влажности и кислотности, которые определяются условиями сквашивания, видом заквасочной микрофлоры, температурным режимом и технологией отцеживания сыворотки.

По методу образования сгустка различают два способа производства творога: кислотный и сычужно-кислотный.

Первый основывается только на кислотной коагуляции белков путем сквашивания молока молочнокислыми бактериями с последующим нагреванием сгустка для удаления излишней сыворотки. Кроме того, этот способ обеспечивает выработку такого творога более нежной консистенции. Для отделения сыворотки необходим подогрев сгустка.

При сычужно-кислотном способе свертывания молока сгусток формируется комбинированным воздействием сычужного фермента и молочной кислоты. Под действием сычужного фермента казеин на первой стадии переходит в параказеин, на второй - из параказеина образуется сгусток. Образование сгустка под действием сычужного фермента происходит быстрее, при более низкой кислотности, чем при осаждении белков молочной кислотой,

полученный сгусток имеет меньшую кислотность, на 2-4 ч ускоряется технологический процесс. При сычужно-кислотной коагуляции кальциевые мостики, образующиеся между крупными частицами, обеспечивают высокую прочность сгустка. Такие сгустки лучше отделяют сыворотку, чем кислотные, так как в них быстрее происходит уплотнение пространственной структуры белка. Поэтому подогрев сгустка для интенсификации отделения сыворотки не требуется [13-15].

В качестве сырья используют доброкачественное свежее молоко цельное и обезжиренное кислотностью не выше 20°Т, молоко цельное и обезжиренное сухое высшего сорта, сливки сухие, масло сливочное, концентрат бактериальный сухой мезофильных молочнокислых стрептококков – *Lactococcus lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Str. thermophilus* фермент сычужный, пепсин пищевой говяжий или свиной, хлористый кальций, вода питьевая [16].

К творожным изделиям также относятся различные творожные массы и сырки, торты, кремы и т.п. Основным сырьем для них является творог из пастеризованного молока и сливочное масло. В качестве вкусовых наполнителей и ароматических веществ используют сахар, мед, какао, цукаты, орехи, изюм, поваренную соль, перец, ванилин и пр [17].

Готовые творожные изделия должны удовлетворять требованиям технических условий по кислотности, содержанию жира, влаги, сахара и соли; иметь чистые кисломолочные вкус и запах с явно выраженным вкусом и запахом вносимых добавок; однородную, нежную, в меру плотную консистенцию; белый с кремовым оттенком или обусловленный вкусовыми добавками (какао, шоколад) цвет, равномерный во всей массе.

Глазированные сырки вырабатывают из творога с пониженным содержанием влаги. Подготовленную творожную массу охлаждают до 6-8°С, формуют и покрывают глазурью, изготовленной на какао-масле - при 29-30 °С, на кондитерском жире - при 39-40°С. После глазировки сырки охлаждаются.

Сметана – это ферментированный молочный продукт, получаемый сквашиванием нормализованных сливок с использованием мезофильных заквасочных культур. В традиционной казахской кулинарии сметана применяется как самостоятельный продукт, а также как компонент для приготовления соусов, заправок и других блюд.

Технология сметаны требует стабильной эмульсионной структуры и выраженной вязкости. Основными технологическими задачами при её производстве являются стабилизация жировой фазы, формирование однородной пластичной консистенции, контроль кислотности и ароматических свойств. Введение пробиотических культур позволяет улучшить микробиологическую ценность продукта [18].

Йогурт – кисломолочный продукт, получаемый в результате термофильного сквашивания молока с помощью культур *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Между этими двумя видами микроорганизмов существует симбиотическое взаимодействие, в результате которого обеспечивается эффективное кислотообразование,

развитие вкусоароматических веществ и формирование характерной вязкопластичной гелевой структуры.

Йогурт обладает мягким кисломолочным вкусом, кремообразной консистенцией, высокой пищевой и биологической ценностью. Продукт является источником полноценного молочного белка, кальция, витаминов группы В, молочнокислых бактерий и других биологически активных веществ [19].

В Казахстане йогурт приобретает всё большую популярность как функциональный продукт. Использование бифидобактерий, пребиотиков, растительных наполнителей расширяет его потребительские свойства. При этом сохраняется важность текстурных характеристик: кремообразность, стабильность при хранении, отсутствие сывороточного отделения [20].

Йогурт является одним из популярных и вкусных кисломолочных продуктов. Выделяется два способа выработки йогурта, которые имеют некоторые различия в технологическом процессе, это термостатный и резервуарный способы производства. При термостатном методе процессы сквашивания, охлаждения и созревания продукта осуществляется в емкости, которая предлагается потенциальным потребителям на полках магазина, то есть непосредственно в упаковке. А при резервуарном методе сквашивание осуществляется в специальных емкостях, после чего осуществляется фасовка в потребительскую упаковку [21,22].

Мягкие сыры с кратким сроком созревания (бри, камамбер, фета, адыгейский, сулугуни и др.) также относятся к вязкопластичным кисломолочным продуктам. В традиционной казахской кухне аналогичные продукты использовались в виде прессованных сычужных сыров, получаемых с применением натурального фермента и созревающих при определённой влажности. Современное производство мягких сыров требует точного подбора культур молочнокислых бактерий, пепсина или микробных ферментов, а также условий коагуляции и прессования. Особое внимание уделяется контролю микрофлоры, солевого балансу, рН, влажности и температуре хранения.

Сыры сычужные мягкие - продукты, получаемые при ферментативном кислотном и комбинированном свертывании молока с последующей обработкой сгустка и сырной массы, с созреванием или без него. При производстве сыров данной группы используют молоко повышенной кислотности, зерно ставят крупное, второго нагревания и принудительного прессования не производят. Созревание сыров протекает послойно, т.е. начинается с наружных слоев и распространяется внутрь. При созревании сыров действуют молочнокислые стрептококки, ароматобразующие бактерии, молочнокислые палочки, активно развивается микрофлора сырной слизи и плесени [23].

Молочные и кисломолочные продукты играют ключевую роль в формировании сбалансированного рациона питания. Особенно ценны вязкопластичные кисломолочные продукты, такие как йогурты, мягкие сыры, сметана и творог. Они не только улучшают пищеварение, но и способствуют

укреплению иммунитета, насыщая организм кальцием, белками, витаминами группы В и пробиотиками.

Эксперты в области питания подчеркивают, что регулярное употребление этих продуктов может снизить риск развития хронических заболеваний, поддерживать микрофлору кишечника и способствовать общему оздоровлению организма. В условиях Республики Казахстан, где традиции потребления кисломолочных продуктов имеют глубокие корни, их включение в ежедневный рацион особенно актуально [24].

Человек может получать витамин В12 только с продуктами животного происхождения – например, с молоком. Он необходим для нормального кроветворения, участвует в жировом обмене и усвоении аминокислот. Кроме того, в молоке есть конъюгированная линолевая кислота, которая, как показали исследования, укрепляет иммунитет.

Регулярное употребление молочных продуктов поможет восстановить нехватку кальция в организме, а значит, защитит и укрепит костную систему. При этом кальций не только полезен для зубов и костей, но и служит профилактике рака толстой кишки. Чтобы кальций хорошо усваивался организмом, в рационе также должны быть магний, фосфор и витамин D – все они содержатся в молочных продуктах [25].

Лидер по количеству кальция среди всей молочной продукции – сыр. Например, в 100 г голландского или пошехонского сыров содержится 1000 мг кальция, 24-26 г белка и 0,8-1 мкг витамина D. Таким образом, потребление 100 г сыра в сутки может обеспечивать значительную долю суточной потребности в кальции и частично покрывать потребность в витамине D. Сыры характеризуются высоким содержанием казеина и фосфатов, которые играют важную роль в минерализации тканей и поддержании структурной целостности зубной эмали [26,27].

В твороге, помимо кальция, содержится много витамина А, который влияет на различные процессы в организме. В том числе – на деление лейкоцитов, клеток иммунной системы, они атакуют вирусы и бактерии, попадающие в организм, не дают им размножаться. Кроме того, в 100 г продукта содержится 33% витамина В12 и 55% суточной нормы селена, это – настоящая «тяжелая артиллерия» для борьбы с вирусными заболеваниями. Еще селен – сильный антиоксидант, он борется с окислительными процессами в организме и способствует сохранению молодости. А витамин В12 снижает риск развития деменции [28]. Также творог – источник витамина РР (ниацина), врачи даже прописывают его в качестве лекарственного препарата пациентам с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Отличным дополнением к завтраку, полднику или перекусом в течение дня может стать питьевой йогурт. Этот молочный продукт улучшает работу желудочно-кишечного тракта и микрофлору кишечника, способствует наилучшему усвоению полезных микроэлементов, повышает иммунитет и помогает восстановить слизистую оболочку кишечника после кишечных инфекций или приёма антибиотиков. Он полезен для костей и суставов, улучшает состояние сосудов, помогает вывести из организма лишнюю соль.

В сливочном масле содержится большое количество витамина А, необходимого для поддержания зрения, функций эндокринной системы, состояния волос и кожи, витамины D, E, K, Омега-3 и Омега-6. Ненасыщенные жиры поддерживают эластичность и тонус сосудов, а также защищают легкие [29,30].

Ряженка – это настоящий клад полезныи веществ и микроэлементов. Напиток содержит витамины А, В1 и В2, С, Е, РР и бета-каротин, магний, калий, натрий. Один стакан ряженки обеспечивает почти 25% суточной нормы кальция и 20% суточной нормы фосфора. При этом её белок расщепляется быстрее, чем белок, содержащийся в молоке и кефире [31].

Важным условием повышения биологической ценности и терапевтических свойств кисломолочных продуктов является накопление большого количества живых клеток лакто- и бифидобактерий, способных приживаться в кишечнике и обладающих антибиотической способностью по отношению к посторонней микрофлоре.

Ассортимент кисломолочных продуктов, выпускаемых в настоящее время в мире достаточно широк. Однако бифидоактивные молочные продукты еще не стали продуктами массового потребления. Это связано с тем, что бифидобактерии являются строгими анаэробами, обитающими в толстом кишечнике человека, и очень медленно размножаются в коровьем молоке, которое не является естественной средой для их обитания. Несомненный интерес в этом плане представляет использование пребиотиков (лактозула, лизоцим, «Лаэль» и др.), которые не расщепляются в желудке и тонком кишечнике человека из-за отсутствия необходимых для этого ферментов. Их используют для своего питания бифидобактерии [32,33].

Кисломолочные продукты имеют большое значение в питании человека, так как они помимо питательной ценности обладают диетическими и лечебными эффектами. Эти продукты в результате изменения свойств белков молока при сквашивании усваиваются лучше и быстрее, чем питьевое молоко. Молочная кислота, содержащаяся в кисломолочных продуктах, возбуждает аппетит, утоляет жажду, улучшает работу желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы и почек человека.

Один из основных процессов, определяющих вид кисломолочного продукта - сквашивание. Оно представляет сложный биотехнологический процесс, при котором в молоке под действием ферментов, выделенных микроорганизмами закваски, расщепляется молочный сахар (лактоза) с образованием молочной и других кислот, спиртов, диоксида углерода и др [34].

1.2 Пробиотические действия молочнокислых бактерий

В последние десятилетия существенно возрос интерес к пробиотическим микроорганизмам, в частности к молочнокислым бактериям (МКБ), как ключевым компонентам функциональных пищевых систем. Это особенно актуально для традиционных и национальных кисломолочных продуктов вязкопластичной консистенции, широко распространённых в странах

Центральной Азии, где технологические параметры тесно связаны с микробиологическими характеристиками заквасочных культур [35-37].

Согласно определению Всемирной организации здравоохранения, пробиотики представляют собой живые микроорганизмы, оказывающие положительное влияние на здоровье человека при их регулярном потреблении. Наиболее значимыми для молочной промышленности являются представители родов *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* и *Streptococcus*, которые активно используются при производстве ферментированных молочных продуктов, включая вязкопластичные системы [38,39].

МКБ классифицируются на основе морфологии, типа метаболизма и способа брожения (гомо- или гетероферментативного), а также по способности синтезировать органические кислоты, бактериоцины и другие биологически активные метаболиты. Многие штаммы молочнокислых бактерий имеют статус GRAS («Generally Recognized As Safe»), что подтверждает их безопасность и обуславливает широкое применение в пищевой и фармацевтической промышленности [40].

Функциональные свойства МКБ играют ключевую роль в формировании как биологической ценности, так и технологических характеристик ферментированных продуктов. Одним из наиболее значимых эффектов является их антагонистическая активность по отношению к патогенной и условно-патогенной микрофлоре, реализуемая за счёт продукции органических кислот, бактериоцинов, перекиси водорода и других антимикробных соединений [41–43]. Указанные механизмы обеспечивают микробиологическую стабильность продукта, способствуют увеличению сроков его хранения и повышают его безопасность, что особенно важно при традиционных способах производства кисломолочных продуктов.

Важным аспектом является способность МКБ участвовать в формировании структуры и реологических свойств вязкопластичных кисломолочных продуктов. За счёт продукции экзополисахаридов происходит увеличение вязкости, улучшение текстуры и стабилизация консистенции продукта [44,45]. Это имеет ключевое значение при разработке технологий национальных продуктов, где требуется достижение определённых органолептических характеристик без использования синтетических стабилизаторов.

Молочнокислые бактерии (МКБ) обладают способностью ингибировать рост патогенных и условно-патогенных микроорганизмов благодаря нескольким механизмам антагонистического действия. Во-первых, они снижают pH окружающей среды за счёт продукции органических кислот, в частности молочной и уксусной, что создаёт неблагоприятные условия для развития патогенной микрофлоры. Во-вторых, МКБ синтезируют антимикробные соединения, такие как бактериоцины и перекись водорода, обладающие выраженной антагонистической активностью. Кроме того, молочнокислые бактерии конкурируют с патогенами за рецепторные участки на поверхности эпителиальных клеток кишечника, тем самым препятствуя их адгезии. Ещё одним важным механизмом является способность МКБ к

образованию биоплёнок, которые создают физический барьер и предотвращают прикрепление и колонизацию патогенных микроорганизмов [46-48].

Пробиотические МКБ участвуют в нормализации состава микробиоты кишечника. Это особенно важно после антибактериальной терапии, при воспалительных заболеваниях кишечника (ВЗК), синдроме раздражённого кишечника (СРК), а также при пищевых отравлениях. Штаммы *Lactobacillus plantarum*, *L. rhamnosus* GG, *Bifidobacterium lactis* BB-12 демонстрируют высокую адгезивность к энтероцитам и способность вытеснять патогены (*Clostridium difficile*, *Salmonella* spp., *E. coli* и др.) [49].

Дополнительно при оценке пробиотического потенциала молочнокислых бактерий важное значение имеют антибиотикорезистентность, аутоагрегация и коагрегация. Безопасные штаммы должны не содержать переносимых генов устойчивости к антибиотикам. Аутоагрегация отражает способность бактерий к формированию биоплёнок и закреплению в кишечнике, тогда как коагрегация обеспечивает связывание и выведение патогенных микроорганизмов. Учет этих показателей позволяет более точно отбирать эффективные и безопасные штаммы для разработки пробиотических продуктов [50].

Пробиотики способны модулировать как врождённый, так и адаптивный иммунитет. Они стимулируют продукцию секреторного IgA, активность макрофагов, дифференцировку Т-регуляторных клеток, уменьшают продукцию провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF- α) и способствуют синтезу противовоспалительных медиаторов (IL-10). Это особенно важно при аутоиммунных и хронических воспалительных заболеваниях [51,52].

МКБ укрепляют межклеточные контакты эпителия (tight junctions), способствуют восстановлению слизистой оболочки кишечника, увеличивают синтез муцинов, а также стимулируют регенерацию эпителиальных клеток [53].

Молочнокислые бактерии продуцируют широкий спектр метаболитов, обладающих физиологической активностью. К ним относятся витамины группы В (в том числе В2, В6, В9 и В12), а также витамин К. Кроме того, эти микроорганизмы синтезируют короткоцепочечные жирные кислоты, такие как ацетат, бутират и пропионат, которые играют важную роль в метаболических процессах организма [54-56].

Современные исследования указывают на участие пробиотиков в регуляции нейropsychических функций через механизм оси «кишечник — мозг». Некоторые штаммы (*Lactobacillus helveticus*, *Bifidobacterium longum*) названы психобиотиками, так как способны снижать уровень кортизола, повышать уровень серотонина и дофамина, улучшать когнитивные функции и снижать тревожность и депрессию [57,58].

Многочисленные клинические исследования подтвердили эффективность пробиотических МКБ при следующих состояниях:

- антибиотикоассоциированная диарея (AAD);
- диарея у детей (вирусная, бактериальная);
- синдром раздражённого кишечника (СРК);
- язвенный колит и болезнь Крона;
- вагинозы и инфекции мочеполовой системы;

- атопический дерматит у детей;
- иммунодефицитные состояния;
- нарушения микрофлоры после химио- и радиотерапии.

Систематические обзоры и мета-анализы подтверждают значимость пробиотических штаммов *L. rhamnosus*, *L. reuteri*, *B. bifidum*, *S. thermophilus* и других в терапии указанных состояний [59-61].

Современные научные подходы в области микробиологии и биотехнологии направлены на всестороннее изучение пробиотических микроорганизмов и расширение сфер их применения. В настоящее время активные исследования сосредоточены на выделении и характеристике новых штаммов с выраженным пробиотическим потенциалом.

Особое внимание уделяется разработке многокомпонентных пробиотических комплексов, обладающих синергетическим действием. Кроме того, актуальным направлением является генетическая модификация бактерий с целью повышения их устойчивости к агрессивным условиям желудочно-кишечного тракта.

Параллельно ведутся исследования в области метагеномики микробиоты, а также взаимодействия пробиотических бактерий с рецепторами кишечного эпителия. Существенный интерес представляют и клинические аспекты применения пробиотиков, особенно в таких областях, как геронтология, онкология и лечение метаболических заболеваний, включая сахарный диабет, ожирение и другие патологические состояния [62].

Таким образом, молочнокислые бактерии как пробиотики обладают широким спектром положительных физиологических эффектов, включая антимикробное, иммуномодулирующее, противовоспалительное и метаболическое действие. Обоснованное применение пробиотических штаммов способствует профилактике ряда заболеваний и коррекции функциональных нарушений, включая хронические воспалительные и иммунозависимые состояния. В контексте технологии производства функциональных и национальных вязкопластичных кисломолочных продуктов использование таких штаммов позволяет повышать их биологическую ценность и формировать функциональные свойства готового продукта.

Однако остаётся актуальной задачей дальнейшее углублённое изучение молекулярных механизмов действия пробиотиков, оптимизация подбора штаммов с учётом технологических и функциональных свойств, разработка персонализированных подходов к пробиотической терапии, а также оценка долгосрочной эффективности и безопасности их применения.

1.3 Сравнительная характеристика физико-химических свойств козьего и коровьего молока

Молоко животных традиционно рассматривается как один из основных источников питательных веществ в рационе человека. Наиболее широко распространённым является коровье молоко, однако козье молоко в последние десятилетия приобретает всё большую популярность в связи с его гипоаллергенными свойствами, лучшей усвояемостью и высоким содержанием

биологически активных компонентов. Для обоснования его применения в функциональном и диетическом питании важным этапом является сравнительный анализ физико-химических характеристик.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика физико-химических показателей козьего и коровьего молока

№	Показатель	Козье молоко	Коровье молоко	Источник
1	Массовая доля сухого вещества, %	12,5–13,5	12,0–13,0	ГОСТ 32915-2014
2	Массовая доля жира, %	3,8–5,0	3,2–4,2	ГОСТ 5867-90
3	Массовая доля общего белка, %	3,0–3,5	3,0–3,4	ГОСТ 25179-2014
4	Казеин, %	2,4–2,6	2,7–2,8	Walstra et al., 2006 [63]
5	Лактоза, %	4,1–4,7	4,5–4,9	Хан Е.А, 2017 [64]
6	Минеральные вещества (зола), %	0,75–0,85	0,70–0,75	ГОСТ 25011-81
7	pH	6,5–6,7	6,6–6,8	ГОСТ 3624-92
8	Размер жировых глобул, мкм	1,0–3,0	3,5–5,0	Хан Е.А, 2017
9	α 1-казеин (аллергенность)	Низкое	Высокое	Park et al., 2007 [8]
10	Содержание витамина B12 и фолатов	Ниже, чем в коровьем	Выше	Park et al., 2007 [8]

В литературах есть данные о фундаментальных исследованиях, направленные на выделение и изучение генов, ответственных за синтез четырёх основных фракций казеина: α 1-, α 2-, β - и κ -казеинов в козьем и коровьем молоке. В молекулах мРНК (транскриптах) была установлена последовательность нуклеотидов, а также определено расположение экзонов и интронов. На этой основе была установлена первичная молекулярная структура всех казеиновых фракций [65].

При сравнении аминокислотной последовательности казеина и нуклеотидных последовательностей мРНК в козьем и коровьем молоке выявлены значительные различия. Учёные расшифровали вторичную структуру всех четырёх типов казеина в козьем молоке. Также установлено, что способность к свертыванию молока под действием сычужного фермента связана с особенностями κ -казеина, и именно он определяет ключевые различия между козьим и коровьим молоком [66].

В молекулах казеинов обоих видов были идентифицированы по одному фосфорилированному остатку серина. В козьем молоке обнаружено 10 остатков треонина, гликозилированных по гидроксильной группе, тогда как в коровьем - 12 остатков. В состав обоих казеинов входят серусодержащие аминокислоты - цистеин и метионин.

Содержание β -казеина в козьем молоке достигает до 50-64 % от общего количества белка, тогда как в коровьем - только 39%. Количество α 1-казеина в козьем молоке составляет 22%, а в коровьем - 38%. Уровень α 2-казеина примерно одинаков в обоих типах молока. Гидрофильный белок κ -казеин в козьем молоке составляет ≈ 20 %, тогда как в коровьем - 12-14 % [8].

Фракция γ -казеина по своей первичной структуре схожа с β -казеином, и считается, что γ -казеин является фрагментом, образованным в результате протеолитического гидролиза β -казеина.

После осаждения казеина из обезжиренного молока в сыворотке остаётся 0,5–0,8% белка, что составляет 15–22% от общего количества белка. Эти белки называются сывороточными. Основными из них являются β -лактоглобулин, α -лактальбумин, сывороточный альбумин, иммуноглобулины и компоненты протеозо-пептонной фракции. Кроме того, в сыворотке содержатся лактоферрин (ЛФ), ферменты и другие минорные компоненты [67].

Сывороточные белки богаты незаменимыми аминокислотами - лизином, триптофаном, метионином, треонином и цистеином, что делает их ценными для диетического и лечебного питания. β -лактоглобулин составляет почти половину всех сывороточных белков (7–12% от общего белка). В молоке он существует в виде димера - двух полипептидных цепей с молекулярной массой по 18 000. При нагревании выше 30°C димер диссоциирует на мономеры, а при дальнейшем нагреве формирует дисульфидные связи, приводящие к агрегации.

При пастеризации денатурированный β -лактоглобулин образует комплексы с κ -казеином, влияя на теплостойкость казеиновых мицелл и снижая эффективность коагуляции сычужными ферментами. Эти комплексы препятствуют доступу ферментов к мишеням на молекуле κ -казеина. Функция β -лактоглобулина связана с доставкой нестабильных в кислой среде веществ в кишечник. Известно, что некоторые глобулины крови участвуют в транспортировке металлов, жиров, витаминов и других соединений [68].

α -лактальбумин занимает второе место среди сывороточных белков (2–5% от общего количества). Он представляет собой гетерогенный белок, состоящий из двух основных генетических вариантов (примерная молекулярная масса - 14 000), а также нескольких минорных компонентов, включая гликопротеины. Он обладает высокой дисперсностью (15–20 нм) и термостабильностью за счёт большого количества дисульфидных связей. При нагревании не коагулирует в изоэлектрической точке (рН 4,2–4,5) и не свертывается под действием сычужного фермента. Установлена его важнейшая биологическая функция - участие в синтезе лактозы из УДФ-галактозы и глюкозы [69].

Имуноглобулины в обычном молоке составляют всего 1,9–3,3% общего белка, но в молозиве их содержание может достигать 90%. Это высокомолекулярные гликопротеины, выполняющие антителообразующую функцию: защищают организм от бактерий, вирусов и токсинов. Они включают агглютинины, преципитаты, антитоксины, бактериолизины и другие соединения.

Протеазо-пептоны представляют собой наиболее термостабильную фракцию сывороточных белков. При нагревании молока до 95–100°C в течение 20 минут при рН 4,6 они не выпадают в осадок и могут быть выделены 12% раствором трихлоруксусной кислоты. Составляют 24% сывороточного белка и 2–6% общего белка молока [70].

Лактоферрин - гликопротеин, связывающий железо, с молекулярной массой около 77 000. Обладает бактериостатическим действием в отношении *Escherichia coli*. В коровьем молоке его содержание составляет 0,1-0,35 мг/мл, но значительно увеличивается при мастите и в конце лактации [71].

По содержанию зольных веществ козье и коровье молоко находятся на одном уровне - не превышая 0,7%. Однако качественный состав минералов существенно различается. В козьем молоке больше фосфора и кальция по долевному соотношению:

Содержание зольных веществ в козьем и коровьем молоке находится примерно на одном уровне и не превышает 0,7%, однако их качественный минеральный состав отличается. В козьем молоке доля фосфорной кислоты составляет около 30% от общего количества зольных веществ, тогда как в коровьем молоке этот показатель равен 24%. Содержание кальция в козьем молоке составляет приблизительно 25%, в то время как в коровьем - 20-23% [72].

Кроме того, коровье молоко характеризуется высоким абсолютным содержанием макроэлементов. Так, в 100 мл молока содержится в среднем 90 мг фосфора, а также значительное количество натрия, калия, магния, хлора, и таких микроэлементов, как железо, медь, кобальт, марганец, хром, цинк и другие.

Тем не менее, абсолютное содержание кальция выше в коровьем молоке: 120 мг кальция на 100 мл, против чуть меньшего количества у козьего, не указанного точно. Минеральные элементы в обоих типах молока находятся в легкоусвояемой форме (цитраты, белковые комплексы).

Коровье и козье молоко содержат как жирорастворимые, так и водорастворимые витамины, однако в козьем молоке концентрации отдельных витаминов значительно выше [73].

Таблица 2 - Сравнительная таблица содержания витаминов (в 1 литре молока)

Витамин	Козье молоко	Коровье молоко	Примечание
Витамин А (мг)	0,38	0,25 (на 1 л)	Больше в козьем
β-каротин (мг)	-	0,15	Есть в коровьем
Витамин С (мг)	58,2	13 (1,3 мг/100 мл)	В 4-5 раз больше в козьем
Витамин В1 (мг)	-	0,4 (на 1 л)	Сравнительно выше в козьем по данным
Витамин В2 (мг)	-	1,5 (на 1 л)	В козьем может быть ниже
Витамин В5 (мг)	-	1,0 (на 1 л)	Данных по козьему нет
Витамин В12 (мкг)	2,72	-	Преимущество козьего молока

Примечание: Концентрации витаминов в козьем молоке зависят от индивидуальных особенностей животных и их рациона (особенно С и группы В). Например, у животных, питающихся только сухими колочками,

содержание витамина С - 75,43 мг/л, а при весеннем выпасе - до 97,07 мг/л [74,75].

Козье молоко лучше обеспечено витамином С и А, а также витамином В12, что делает его перспективным продуктом для детского и диетического питания. Коровье молоко, в свою очередь, богаче фосфором и кальцием в абсолютном выражении, и также содержит важные витамины группы В, особенно В2 и В5. Оба типа молока обладают высокой питательной ценностью, но имеют разную биохимическую направленность, что следует учитывать при разработке функциональных продуктов и специализированного питания [76].

1.4 Научно-технологические основы производства вязкопластичных кисломолочных продуктов и их стандартизация

Вязкопластичные кисломолочные продукты занимают значимое место в структуре молочной продукции Республики Казахстан и стран Центральной Азии. Их формирование исторически основано на традиционных технологиях переработки молока, которые в современных условиях интегрируются с достижениями пищевой биотехнологии, микробиологии и инженерии технологических процессов. В настоящее время развитие данной категории продуктов характеризуется переходом от ремесленных и эмпирических подходов к научно обоснованным технологиям, ориентированным на стабильность качества, безопасность и повышение функциональной ценности.

Формирование вязкопластичной структуры кисломолочных продуктов является результатом комплексного взаимодействия микробиологических, физико-химических и технологических факторов. Центральную роль при этом играют заквасочные микроорганизмы, осуществляющие молочнокислое брожение, а также параметры термической обработки, кислотности и механического воздействия на белковую систему молока. В результате формируется коагулированная белковая матрица с выраженными реологическими свойствами, обеспечивающая высокую пищевую ценность и хорошую усвояемость продукта.

Современные технологические подходы к производству вязкопластичных кисломолочных продуктов основаны на интеграции традиционных методов и контролируемых биотехнологических решений, что обеспечивается за счёт:

- применения стандартизированных заквасочных культур с заданными функциональными свойствами;
- внедрения систем управления безопасностью пищевой продукции, основанных на принципах HACCP;
- регулирования технологических параметров (рН, титруемой кислотности, температуры, времени сквашивания и реологических характеристик);
- использования пробиотических культур и функциональных ингредиентов с пребиотическим эффектом [77].

Технологические особенности производства творога

Творог как основной представитель вязкопластичных кисломолочных продуктов производится по многостадийной технологической схеме,

включающей приём и подготовку молочного сырья, очистку, нормализацию состава, пастеризацию, охлаждение до температуры заквашивания, внесение закваски, сквашивание, обработку сгустка, отделение сыворотки, прессование, фасование, маркирование, хранение и транспортирование.

Как отмечается в научных литературах [78-80], базовая технологическая схема производства творога является устоявшейся, однако параметры отдельных стадий существенно варьируют в зависимости от качества сырья, состава заквасок и требований к конечному продукту.

Одним из ключевых этапов является подготовка молочного сырья, включающая механическую очистку с использованием фильтрационного и сепарационного оборудования. Установлено, что эффективность очистки напрямую влияет на микробиологическую безопасность и выход готового продукта [81-87]. При этом достижение уровня очистки не ниже I группы является технологически необходимым условием предотвращения развития посторонней микрофлоры. Вместе с тем чрезмерная механическая обработка может приводить к частичной дестабилизации жировой фазы, что требует оптимизации режимов фильтрации.

Не менее важным этапом является нормализация молока по содержанию жира и сухих веществ, определяющая структурно-механические и органолептические характеристики творога. Согласно данным [18], оптимальное соотношение компонентов обеспечивает баланс между влагоудерживающей способностью белковой матрицы и плотностью сгустка. В то же время чрезмерное снижение жирности может приводить к формированию избыточно плотной консистенции и повышению кислотности продукта.

Значительное влияние на формирование структуры оказывает режим пастеризации. Повышение температуры до 85–90 °С способствует денатурации сывороточных белков и увеличению выхода продукта на 15–25 %. Однако чрезмерная термическая обработка может снижать влагоудерживающую способность казеинового геля, что требует научно обоснованного выбора температурно-временных параметров.

Этап заквашивания характеризуется высокой вариативностью. Традиционно используются мезофильные молочнокислые микроорганизмы (*Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*) в дозировке 1–5 %. Современные исследования ориентированы на использование селекционированных штаммов с регулируемой кислотообразующей активностью, адаптированных к различным видам молока, включая козье и овечье. Отсутствие единого подхода к подбору заквасок подтверждает актуальность дальнейших исследований в данной области.

Сквашивание молока может осуществляться кислотным, сычужно-кислотным и ускоренным способами. При ускоренной технологии применяются комбинированные закваски, что позволяет сократить продолжительность процесса и интенсифицировать отделение сыворотки. При сычужно-кислотном способе дополнительно используются хлорид кальция и ферментные препараты, обеспечивающие формирование плотного сгустка.

Продолжительность сквашивания составляет в среднем 3–8 часов в зависимости от активности закваски и технологических условий [88].

Дальнейшая обработка сгустка включает его разрезание, подогрев (при необходимости) и отделение сыворотки. Разрезание на равномерные фрагменты способствует ускорению синерезиса, а температурные режимы обработки определяются выбранной технологией.

Прессование и самопрессование направлены на удаление остаточной сыворотки и формирование требуемой консистенции продукта. Температурные условия на данном этапе оказывают существенное влияние на динамику кислотонакопления и структурно-механические свойства творога [89,90].

Охлаждение является обязательной стадией, обеспечивающей стабилизацию качества и подавление развития микрофлоры. Далее осуществляется фасование в потребительскую тару с последующим маркированием. Современные технологические линии обеспечивают автоматизированное дозирование, формование и герметизацию упаковки.

Хранение и транспортирование осуществляются при пониженных температурах с ограниченными сроками реализации. Для продления сроков хранения применяется замораживание, при котором скорость кристаллизации влаги оказывает решающее влияние на структуру продукта: быстрое замораживание сохраняет белковую матрицу, тогда как медленное приводит к образованию крупных кристаллов льда и ухудшению консистенции (рисунок 1). При этом срок хранения весового творога составляет не более 36 часов, тогда как упакованный продукт может храниться 7–10 суток при соблюдении температурного режима.



Рисунок 1 - Технология производства творога

Творог в рамках настоящего исследования рассматривается как основной объект и типичный представитель вязкопластичных кисломолочных продуктов, позволяющий изучать закономерности формирования структуры, технологических параметров и показателей качества данной группы продукции.

При кислотном способе в молочную смесь вносится только закваска, тогда как при кислотно-сычужном способе дополнительно применяются хлорид кальция и молокосвертывающие ферментные препараты. Выбор технологической схемы оказывает существенное влияние на структуру сгустка и последующие стадии обработки.

Обработка сгустка и отделение сыворотки зависят как от способа сквашивания, так и от применяемого оборудования. Используются самопрессование, прессование, а также современные методы обезвоживания, включая ультрафильтрацию и сепарирование. Ключевым технологическим параметром является контроль температуры, обеспечивающий оптимальные условия синерезиса и формирование требуемой консистенции.

Охлаждение творога направлено на стабилизацию его свойств и предотвращение дальнейшего нарастания кислотности. Процесс может осуществляться в холодильных камерах или специализированных установках с регулируемым температурным режимом [13].

Для увеличения сроков хранения применяется замораживание. Установлено, что скорость замораживания определяет характер кристаллизации влаги: медленное замораживание вызывает разрушение структуры, тогда как быстрое обеспечивает сохранение текстуры и органолептических свойств после размораживания.

Фасование вязкопластичных кисломолочных продуктов осуществляется на автоматизированных линиях с обеспечением точного дозирования и герметичной упаковки. Потребительская тара проходит санитарную обработку, что является обязательным элементом обеспечения микробиологической безопасности продукции [91,92].

В Республике Казахстан производство и обращение кисломолочных продуктов регулируются национальными техническими регламентами и стандартами. К вязкопластичным продуктам относятся творог, сметана, йогурты, мягкие и рассольные сыры, характеризующиеся пластичной структурой и выраженными реологическими свойствами.

Таблица 3 - Примеры из реестра продукции, зарегистрированной по вязкопластичным категориям

Продукт	Нормативный документ	Производитель	Категория
Сметана 20%	ГОСТ 31452–2012 [93]	ТОО «Молпродукт»	Вязкопластичный кисломолочный продукт
Йогурт с клубникой	СТ РК 2069–2015 [94]	ТОО «Danone Казахстан»	Ферментированный продукт с пластичной структурой
Творог классический 9%	ГОСТ 31453–2013 [95]	АО «Молочный мир»	Продукт сквашивания с высокой вязкостью
Сыр рассольный «Фета»	ГОСТ 53436–2009 [96]	ТОО «СырКаз»	Белый мягкий сыр в рассоле

В реестре содержатся данные о продуктах, прошедших подтверждение соответствия требованиям национальных стандартов и технических регламентов. Ниже приведены конкретные примеры вязкопластичных молочных продуктов - творог, сметана, йогурт и мягкие сыры - с указанием регистрационных данных и применяемых стандартов (таблица 6).

Таблица 4 - Примеры вязкопластичных молочных продуктов - творог, сметана, йогурт и мягкие сыры - с указанием регистрационных данных и применяемых стандартов

Продукт	Регистрационная запись	Нормативный документ	Юр.лицо
Творог 9%	Творог, массовая доля жира 9%, 10 кг - зарегистрирован 20.06.2022	СТ РК 1733-2015 «Молоко и молочные продукты. Общие технические условия» [97]	ООО "SANZHELI" (г. Алматы)
Сметана 15–36 %	Сметана массовой доли жира (15 %, 20 %, 36 %) - срок годности ...	СанПиН нормы (предельные сроки хранения) [98]	
Йогурт / напитки кисломолоч- ные	Кефир «Новый день» 2,5 % - действующий сертификат с 05.08.2024	СТ ТОО 39050637-02-2009 «Напитки кисломолочные «Новый день» [99]	
Айран газированный	Айран Казахстан газированный, жир 1,4–1,9 %, ПЭТ-бутылка - действующий с 07.10.2024	СТ ТОО 39050712-02-2020 «Продукты кисломолочные с добавлением соли» [100]	

Творог 9% - типичный представитель вязкопластичных продуктов, зарегистрирован согласно СТ РК 1733-2015, что подтверждает его соответствие общим техническим требованиям для кисломолочных продуктов и позволяет выпускать крупноформатные упаковки (10 кг) для промышленного использования. При производстве вязкопластичных кисломолочных продуктов применяются следующие международные стандарты:

ISO-стандарты, применимые к кисломолочной продукции:

ISO 22000 - международный стандарт по системе управления безопасностью пищевых продуктов (FSMS), включающий принципы HACCP и программы предварительных условий (PRPs), критически важен для обеспечения безопасности на всех этапах - от сырья до готового продукта.

ISO 19344:2015 - регламентирует количественное определение молочнокислых бактерий (например, в йогуртах) методом проточной цитометрии, что необходимо при оценке качества заквасок и готовой продукции ISO.

ISO 9232:2003 (с поправкой 2023) - устанавливает требования по идентификации характерных микроорганизмов (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*), что важно для стандартизации заквасок ISO.

ISO 12081:2010 - титриметрический метод определения содержания кальция в молоке, ключевой для оценки минерализации продукта ISO.

ISO 11869:1997 / ISO TS 11869:2012 - кислотность ферментированных молочных продуктов измеряется потенциометрически, важна для контроля процесса сквашивания ISO (таблица 3). Другие стандарты, например по определению белка (ISO 8968), жира, показателей микробной безопасности, сенсорной оценки и т.д., обеспечивают комплексную систему контроля качества продукции ISO [101-106].

Codex Alimentarius - предоставляет международные руководства по безопасности продуктов питания, включая ферментированные молочные. Включает общие стандарты по маркировке, гигиене, пищевым добавкам, а также коды практик и максимальные уровни содержания загрязнителей [107].

Таблица 5 - Международные и национальные стандарты производства вязкопластичных кисломолочных продуктов

Стандарт	Область применения	Примечание
ISO 22000	Система менеджмента безопасности пищевых продуктов (FSMS)	Обеспечение безопасности процесса - от сырья до готового продукта
ISO 19344:2015	Количественная оценка молочнокислых бактерий (проточная цитометрия)	Контроль численности живых культур в заквасках и продукции
ISO 9232:2003	Идентификация заквасочных микроорганизмов (<i>L. bulgaricus</i> , <i>S. thermophilus</i>)	Гарантия соответствия используемых культур
ISO 11869 / TS 11869	Измерение кислотности ферментированных молочных продуктов	Обеспечение точного контроля сквашивания
ISO 12081:2010	Определение содержания кальция	Контроль минерального состава для пищевой ценности и текстуры
Также применимы стандарты ISO по протоколам анализа: белок, жир, консерванты, микробиологический состав и др.		

Национальные стандарты Республики Казахстан:

СТ РК ISO 19344-2016 - количественная оценка молочнокислых бактерий. Адаптация ISO 19344:2015 для казахстанских стандартов; применима к ферментированным продуктам и закваскам.

СТ РК 3390-2019 - «Йогуртоподобные продукты со заменителями молочного жира». Регламентирует технологию производства молокосодержащих продуктов с заменителем молочного жира, произведённых по технологии йогурта, включая состав и микробиологические требования new-shop.ksm.kz (таблица 4).

СТ РК 1733-2015 - «Молоко и молочные продукты. Общие технические условия». Обобщённое нормативное документирование для всех упакованных молочных продуктов, включая йогурты и продукты ферментации, с указанием сроков годности, маркировки и требований к производству.

Таблица 6 - Технологическая карта производства вязкопластичных кисломолочных продуктов с учетом стандартов

Этап	Процесс	Обоснование стандартом
Сырьё	Нормализованное пастеризованное молоко	СТ РК 1733-2015; ISO 22000
Гомогенизация	Давление 20–25 МПа, температура 65–70 °С	Улучшение текстуры; требования Codex и ISO
Пастеризация	85–90°С на 5–10 мин	Санитарная безопасность - СанПиН → ISO / СТ РК
Охлаждение	До 40–45 °С, немедленное заквашивание	СанПиН требования: охлаждение и использование закваски до 6ч
Заквашивание	Культуры <i>L. bulgaricus</i> и <i>S. thermophilus</i>	ISO 9232; СТ РК 2069-2015
Скваживание	pH 4,6–4,7 под контролем ISO 11869/TS 11869	Оптимизация кислотности и структуры
Контроль закваски	Количественная оценка бактерий методом проточной цитометрии	ISO 19344; СТ РК ISO 19344-2016
Контроль состава	Анализ: белок, кальций, тесты на безопасность	ISO 12081 и др.; совпадает с требованиями СТ РК и Codex
Упаковка/маркировка	Требования Codex + национальные	Соблюдение безопасности, маркировки и функциональности

Гармонизация с международными нормами ISO и Codex позволяет адаптировать технологии под современные требования безопасности и качества.

СТ РК 2069-2015 и 2117-2015 учитывают традиционные технологии и национальные продукты, что обеспечивает соответствие локальным продуктовым особенностям.

СТ РК ISO 19344-2016 обеспечивает актуальный метод микробиологического контроля, поддерживая требования доказательной техники [108].

СанПиН нормы по температурной обработке и охлаждению до заквашивания важны для технологической безопасности и минимизации риска загрязнения.

Анализ нормативной и технологической базы показывает, что существующие стандарты в основном регламентируют показатели безопасности, микробиологического контроля и качества продукции. Однако вопросы формирования реологических свойств и структурной стабильности вязкопластичных кисломолочных продуктов отражены недостаточно полно, что требует дальнейшего развития нормативно-технической базы с учётом современных научных и биотехнологических подходов.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Материалы исследования

Для выделения и культивирования чистых культур молочнокислых бактерий использовались следующие питательные среды: стандартные MRS-среды производства фирмы HiMedia, обезжиренное молоко, а также специализированная питательная среда «Бифидум». В качестве дополнительных компонентов к питательным средам добавлялись цистеин и глюкоза.

Состав MRS-агара (de Man, Rogosa, Sharpe) (в г/л): пептон – 10,0; мясной экстракт (Lab-Lemco) – 8,0; дрожжевой экстракт – 4,0; глюкоза – 20,0; сорбитан моноолеат – 1 мл; дигидрофосфат калия – 2,0; ацетат натрия – 5,0; цитрат аммония трёхзамещённый – 2,0; сульфат натрия – 0,05; агар – 10,0.

Общая масса сухой смеси составляет 62 г на 1 литр дистиллированной воды. pH питательной среды составляет $6,2 \pm 0,2$. Для приготовления используется 62 г сухого порошка на 1 литр дистиллированной воды. Стерилизация проводится в автоклаве при температуре 121 °C и давлении 1 атм в течение 15 минут.

Обезжиренное молоко получают путём удаления сливок из цельного молока методом фильтрации или центрифугирования (при 700–1500 g в течение 15 минут), с последующим повторным кипячением и удалением остаточных сливок. В большинстве случаев молоко разводят водой в соотношении 2:1, после чего подвергают стерилизации при температуре 121°C в течение 15 минут.

Питательная среда «Бифидум» применяется в производстве пробиотических препаратов для культивирования бифидобактерий, а также при проведении бактериологических исследований и выделении бифидобактерий из клинического материала. Представляет собой мелкодисперсный гигроскопичный порошок светло-жёлтого цвета.

Для приготовления: 50 г порошка тщательно перемешивают с 1 литром дистиллированной воды, затем нагревают в течение 1 часа с периодическим перемешиванием до полного растворения агара. При необходимости проводят фильтрацию. Полученную среду разливают по пробиркам по 9 мл и стерилизуют при температуре 112°C в течение 30 минут. Готовая среда имеет цвет от бесцветного до жёлтого или буровато-жёлтого.

По условиям хранения: стерилизованную среду рекомендуется хранить не более 2 суток при температуре 2–8°C.

В качестве питательной среды для культивирования микроорганизмов использовали мягкий агар на основе сердечно-мозговой вытяжки (Brain Heart Infusion, ВНИ).

Мягкий агар ВНИ (агар с сердечно-мозговой вытяжкой) представляет собой питательную среду для культивирования широкого спектра микроорганизмов, включая бактерии, дрожжи и плесени, особенно требовательных к питательным веществам штаммов, таких как стрептококки, менингококки и пневмококки. Среда обогащена такими компонентами, как

вытяжка из сердечно-мозговой ткани, мясной пептон и дрожжевой экстракт, что делает её подходящей для выращивания требовательных микроорганизмов.

Среда представляет собой высокопитательный агар, содержащий компоненты животного происхождения, включая вытяжки из телячьего мозга и говяжьего сердца, а также протеозопептон, декстрозу, хлорид натрия и динатрийфосфат, что обеспечивает оптимальные условия для роста как аэробных, так и факультативно анаэробных микроорганизмов.

Для приготовления среды 52 г сухого порошка ВНІ разводили в 1000 мл дистиллированной воды. Смесь тщательно перемешивали, нагревали с периодическим перемешиванием до полного растворения, после чего доводили до кипения и кипятили в течение 1 минуты. Стерилизацию осуществляли при температуре 121°C в течение 15 минут в автоклаве.

2.2 Объекты исследования

1. Пробы козьего и коровьего молока различных регионов Республики Казахстан, используемые в качестве сырья для производства кисломолочных продуктов.

2. Пробы традиционных кисломолочных продуктов (козье молоко, творог из коровьего и козьего молока) Восточно-Казахстанского региона, используемые для выделения пробиотических штаммов.

3. Отечественные низкокислотопродуцирующие пробиотические штаммы молочнокислых бактерий, выделенные и отобранные по активности функциональных и технологических свойств, такие как *Lacticaseibacillus subsp. paracasei* KAN EI 4, *Bifidobacterium crudilactis* 7-2, *Lacticaseibacillus subsp. paracasei* Gch 5.2.1, *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-8 M, *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-1M, *Bifidobacterium crudilactis* 7-6C.

4. Вязкопластичный кисломолочный продукт - творог, полученный по разработанной технологии с применением низкокислотопродуцирующих пробиотических заквасок на основе козьего молока.

5. Бактериальные тест-культуры, используемые для оценки антимикробной активности пробиотических штаммов: *Bacillus cereus* 1410 A, *Staphylococcus aureus* CCM 4516, *Escherichia coli* CCM 4516, *Pseudomonas aeruginosa* CCM 1961.

2.3 Методы исследования

2.3.1 Методы определения физико-химических свойств молока и молочных продуктов

Определение массовой доли жира проводилось по методу Гербера в соответствии с ГОСТ 5867-90 «Молоко и молочные продукты. Метод определения жира по Герберу». Суть метода заключается в разрушении белков с помощью серной кислоты и последующем высвобождении жира, который отделяется в жиromeре при центрифугировании. В градуированный жиromeр вносили 10 мл серной кислоты, затем 10,75 мл исследуемого образца, добавляли 1 мл амилового спирта, тщательно перемешивали,

центрифугировали в течение 5 минут и выдерживали в водяной бане при температуре 65°C. Результаты определялись по шкале жиромера.

Определение титруемой кислотности проводилось титриметрическим методом согласно ГОСТ 3624-92 «Молоко и молочные продукты. Методы определения кислотности». Метод основан на нейтрализации кислот, содержащихся в молоке, раствором щёлочи. В 10 мл образца добавляли фенолфталеин в качестве индикатора и титровали 0,1 н. раствором гидроксида натрия до появления устойчивого розового окрашивания. Кислотность выражали в градусах Тернера (°Т).

Определение активной кислотности (рН) выполнялось потенциометрическим методом в соответствии с ГОСТ 31454-2018 «Продукты молочные. Метод измерения рН». Перед началом измерений рН-метр калибровали с использованием буферных растворов с известными значениями рН. Электрод прибора погружали в исследуемую пробу, и после стабилизации показаний фиксировали значение рН.

Определение массовой доли сухих веществ (обратным методом по влажности) проводилось по ГОСТ 3626-73 «Молоко и молочные продукты. Методы определения сухого вещества». Навеску продукта массой около 2 г помещали в предварительно высушенную и взвешенную чашку Петри, затем высушивали в сушильном шкафу при температуре 102–105°C до постоянной массы. После охлаждения в эксикаторе проводилось повторное взвешивание, а содержание сухих веществ рассчитывали по формуле.

Определение плотности молока осуществлялось ареометрическим методом с использованием лактометра в соответствии с ГОСТ 18481-81 «Молоко. Метод определения плотности». Образец наливали в мерный цилиндр, измеряли температуру и затем опускали лактометр. Плотность определялась по шкале прибора, с учётом поправки на температуру, если она отличалась от 20°C.

2.3.2 Выделение молочнокислых бактерий и определение их морфологических свойств

Выделение новых штаммов молочнокислых бактерий из традиционных кисломолочных продуктов, включая козье молоко, козий творог и коровье молоко, собранных из различных регионов Республики Казахстан, осуществляли методом последовательных разведений с использованием глубокого посева в чашку Петри. Для выделения жизнеспособных микроорганизмов из жидких образцов, их разводили в 10 раз в физиологическом растворе, приготовленном из 8,5 г/л NaCl и 1 г/л пептона, при рН 7. Полученную смесь встряхнули для получения однородной консистенции, после чего из полученной разведений 1 мл внесли в стерильную чашку Петри и сверху налили растопленную агаровую среду MRS (Merck, США), приготовленную в соответствии с инструкциями поставщиков.

Инкубацию проводили при 5% - ном содержании CO₂ и температуре 37°C в течение 72 часов в анаэробных условиях, используя пакетики Anaerojar с анаэрогеном объемом 2,5 л, в течение 72 часов. После инкубирования

выросшие колонии отбирали и переносили в пробирки с бульоном MRS (Merck, США). Изоляты культивировали в течение 24 часов при температуре 37°C. Чистоту проверяли с помощью светового микроскопа. Для дальнейших исследований были отобраны чистые изоляты, характеризующиеся типичными признаками молочнокислых бактерий. Первичный отбор проводился не только на основе морфологических характеристик, но и с учётом физиолого-биохимических критериев, включая грамположительную окраску, отрицательную каталазную активность и способность к подкислению молока.

2.3.3 Определение биохимических и технологических свойств отобранных МКБ

Для комплексной характеристики отобранных штаммов молочнокислых бактерий (МКБ) были проведены исследования их биохимических и технологических свойств, определяющих потенциал их применения в производстве функциональных кисломолочных продуктов.

Кислотообразующая способность штаммов оценивалась путём измерения титруемой кислотности (в °Т) молочной среды, засеянной исследуемыми культурами. Культуры инокулировались в стерильное нормализованное молоко и инкубировались при 37°C в течение 6 и 24 часов. После окончания инкубации определяли титруемую кислотность по методике ГОСТ 3624-92. Динамика накопления кислоты позволяла оценить темп и интенсивность кислотопродукции.

Изоляты молочнокислых бактерий (LAB) культивировали в бульоне де Мана, Рогозы и Шарпа (MRS; Merck, США) при температуре 37°C в течение 24 часов. В качестве тест-микроорганизмов использовали *Staphylococcus aureus* CEM 4516, *Escherichia coli* CCM 4516, *Bacillus cereus* 1410A которые культивировали в бульоне для инфузии мозгового вещества (ВН) при 37°C в атмосфере с 5% CO₂ в течение 18 часов.

Способность к размножению в молоке – КОЕ и pH во время ферментации. Чтобы проверить рост бактерий в молоке, штаммы отслеживали на предмет их роста в обезжиренном ультрапастеризованном молоке 0,3% жирности. Штаммы анализировали для определения их pH и количества клеток. Стеклообразные пробирки заполняли по 5 мл каждой среды вместе с 5 %-ным посевным материалом. pH измеряли через 0, 6 и через 24 часа, а количество клеток наблюдали через два разных промежутка времени - через 0 и 24 часа. Для подсчета количества клеток использовали методику последовательных разведений для выделения жизнеспособных микроорганизмов из бульона MRS (Merck, США) и обезжиренного ультрапастеризованного молока 0,3% жирности. Среду, используемую для их выращивания, разбавляли в 6-8 раз физиологическим раствором пептона, приготовленным из 8,5 г/л NaCl и 1 г/л пептона при pH 7. Разведение в соотношении 1:10 получали путем смешивания 1 мл бактериальных штаммов с 9 мл физиологического раствора с пептоном, взбалтывали эту смесь до получения однородной массы, добавляли 10 мкл этой смеси в чашку Петри и после инкубации подсчитывали колонии. Культивирование в обезжиренном ультрапастеризованном молоке проводили

при температуре 37°C, в аэробных условиях. pH во время ферментации проверяли три раза: 0, 6 и после 24 часов инкубации.

2.3.4 Определение основных пробиотических свойств отобранных МКБ

Антагонистическую активность тестировали в 10 мл мягкого агара ВНИ + 100 мкл патогенов, pH 6,5, где использовали инокуляцию патогенов в количестве 10^4 - 10^5 КОЕ/мл. После затвердевания агара на поверхность пипеткой наносили 5 мкл свежих штаммов и культивировали чашки при 37°C в 5 % растворе CO₂ в течение 24 часов. После инкубации измеряли диаметр и прозрачную зону для определения антимикробной активности.

В начале исследования была проверена концентрация патогенных бактерий, используемых для данного теста, в соответствии с чем была проведена работа для получения желаемой концентрации 10^4 - 10^5 КОЕ/мл.

Адгезию микроорганизмов к углеводам (MATH) оценивали с помощью модифицированного метода Abdulla [109]. Для проверки гидрофобности поверхности клеток изоляты выращивали в бульоне MRS при 37 °C в 5 %-ном атмосфере CO₂ в течение 18 часов. Штаммы отбирали центрифугированием при 6000 ×g и 4°C в течение 10 мин и дважды промывали в PBS (фосфатно-солевом буфере). Содержание PBS: (137 мм NaCl - 8 г/л, 2,7 мм KCL - 0,2 г/л, 10 мм Na₂HPO₄ - 1,44 г/л, 1,8 мм KH₂PO₄ - 0,24 г/л) с регулировкой pH перед стерилизацией на 7,2.

Оптическую плотность бактерий регулировали до A₆₀₀ Нм = 0,5 ± 0,05. 3 мл бактериальной суспензии смешивали с 1 мл ксилола, н-гексана и гексадекана (Sigma-Aldrich, США). В качестве неполярного растворителя был выбран ксилол, поскольку он отражает гидрофобность и гидрофильность поверхности клеток. Двухфазную систему тщательно перемешивали в течение 30 секунд. Двум фазам позволили разделиться в течение 1 часа при температуре 37°C, осторожно отобрали 1 мл водной фазы и измерили ее при длине волны 600 нм. Уменьшение поглощения водной фазы рассматривали как показатель гидрофобности поверхности клетки (H%), который рассчитывали на основе уравнения:

$$H (\%) = [(A_0 - A_t) / A_0] \times 100,$$

где A₀ и A - поглощение до и после экстракции ксилолом, н-гексаном и гексадеканом

Анализ на аутоагрегацию проводили с использованием метода Zawistowska-Rojek [110]. Изоляты выращивали в бульоне MRS в течение 18 часов при температуре 37°C. Бактериальные клетки собирали центрифугированием при 6000 ×g и 4°C в течение 10 мин, дважды промывали PBS и ресуспендировали в буфере PBS. Оптическую плотность бактерий регулировали до A₆₀₀ Нм = 0,5 ± 0,05, бактериальную суспензию объемом 20 мл встряхивали в течение 30 секунд и оставляли стоять без движения. Измерение оптической плотности проводили путем тщательного удаления 1 мл суспензии с поверхности в разное время (0, 6 и 24 часа). Процент аутоагрегации рассчитывали на основе уравнения:

Автоагрегация (%) = $(1 - A_t/A_0) \times 100 \%$,

где A_t представляет собой поглощение в момент времени через 6 ч и 24 ч, а A_0 - поглощение в момент времени $t=0$ ч.

Автоагрегацию (%) изолятов рассчитывали через 6 ч и 24 ч инкубации. Каждое значение представляет собой среднее значение $\pm$ стандартное отклонение (SD) ($n = 2,3$).

Анализ на образование биопленки проводились по методу [111] с некоторыми изменениями. Штаммы культивировали в бульоне MRS в течение 24 часов, 200 мкл бульона MRS с (0,5 мкФ) инокулята вносили пипеткой в чашки для микротитрования. Одну чашку культивировали в течение 24 часов, а вторую - в течение 48 часов при температуре 37°C без встряхивания. После соответствующих инкубаций среду удаляли из лунок, а лунки планшета для микротитрования трижды промывали 200 мкл фосфатного буферного раствора (PBS) с pH 7,2 для удаления планктонных бактерий. Планшеты высушивали на воздухе в течение 30 мин и каждую лунку окрашивали 200 мкл раствора кристаллического фиолетового (0,1 % по массе), который представляет собой раствор изопропанола, метанола и PBS (1:1:18 [по объему]), в течение 30 мин. После окрашивания планшеты промывали 200 мкл стерильной дистиллированной воды и оставляли высыхать на 30 минут. Количественный анализ образования биопленки проводили путем добавления 200 мкл этанола (96% по объему) и ацетона (80:20) для очистки лунок. Из каждой лунки переносили по 100 мкл на новый планшет для микротитрования и измеряли уровень (OD) кристаллического фиолетового в осветляющем растворе при 590 нм с помощью считывателя на планшете для микротитрования (спектрофотометр PN5321002, Biotek Instruments, Inc).,

Первый набор планшетов использовали для измерения образования биопленки через 24 часа, а второй планшет использовали для определения образования биопленки через 48 часов. Среднее значение OD для контрольных лунок вычитали из OD для всех тестовых лунок. Анализ биопленки на планшете для микротитрования проводили трижды для всех 12 штаммов, и для всех повторений эксперимента рассчитывали средние значения и стандартные отклонения.

Анализ на коагрегацию проводили с использованием того же модифицированного метода, что и аутоагрегацию. Бактериальные суспензии готовили, как описано для аутоагрегации. Бактериальные клетки собирали центрифугированием при $6000 \times g$ и 4°C в течение 10 мин, дважды промывали PBS и ресуспендировали в буфере PBS, оптическую плотность бактерий регулировали до $A_{600 \text{ Нм}} = 0,5 \pm 0,05$. Бактериальную суспензию объемом 20 мл, равные объемы штаммов лактобацилл и *Escherichia coli* CCM 4517, перемешивали в течение 10 секунд, инкубацию бактериальной суспензии проводили без перемешивания при комнатной температуре. Измерение оптической плотности проводили путем тщательного удаления 0,5 мл суспензии с верхней поверхности в разное время (0, 6 и 24 часа). Процентное соотношение коагрегации рассчитывали на основе уравнения:

Коагрегация (%) = $\{[(A_{\text{pat}} + A_{\text{lacto}})/2 - A_{\text{mix}}] / (A_{\text{pat}} + A_{\text{lacto}})/2\} \times 100$,

где Apat и Alacto представляют собой 600 Нм отдельных бактериальных суспензий в контрольных пробирках (только лактобактерии или патогены), а Amix представляет собой поглощение смешанной бактериальной массы. суспензия через 6 и 24 часа.

Устойчивость штаммов к росту в желчных солях определяли на микропланшетах с помощью считывателя микропланшетов Gen5™ и программного обеспечения для формирования изображений. Вкратце, бульон MRS готовили с добавлением и без добавления 0,3, 0,5 и 1,0 % (по массе) желчных солей, стерилизовали в автоклаве при температуре 1210°C в течение 15 минут. Тестируемые штаммы инкубировали при температуре 370°C в течение 24 часов в бульоне MRS, 2% посевного материала добавляли к 200 мкл среды MRS и MRS с 0,3, 0,5 и 1,0% (по массе) соли желчных кислот. Выращивание проводили при температуре 37°C путем встряхивания каждые 15 минут и контролировали в течение 48 часов спектрофотометрически при 600 нм (спектрофотометр PN 5321002, Biotek Instruments, Inc),

Программа была выполнена с использованием программного обеспечения для спектрофотометра Biotek серии Gen 5™. Температура процедуры была установлена на 370 °C. Кинетическая обработка началась в 48:00:00 с интервалом измерений 1:00:00. Встряхивание проводилось на среднем уровне в течение 15 секунд. Показания фиксировались на длине волны 600 нм.

Профиль антибиотикорезистентности каждого лабораторного штамма был исследован с использованием метода дисковой диффузии, электронного теста на минимальную ингибирующую концентрацию (MIC) и с использованием планшетов Microlatest MIC G+ (Erba Lachema s,r,o, Brno, Чехия).

Наиболее простым из них является метод дисковой диффузии, который позволял проводить тестирование на одной чашке Петри под воздействием до четырех антибиотиков. Однако, с другой стороны, необходимо учитывать тот факт, что каждый полученный результат действителен только для одной заданной концентрации антибиотиков.

Для проведения теста на чувствительность к противомикробным препаратам методом дисковой диффузии 100 мкл исследуемых штаммов с McF 1 равномерно распределяли по поверхности MRS-агара с цистеином и давали время для подачи. После этого сразу же помещали диски, пропитанные различным количеством антибиотиков, и слегка встряхивали (по 4 антибиотика на тарелку). Затем чашки инкубировали в подходящих условиях в зависимости от изучаемого микроорганизма. Диаметр зон ингибирования роста вокруг каждого диска с антибиотиком был измерен в миллиметрах, и диаметр диска также был включен в результат. В этом исследовании было использовано 15 дисков антибиотиков: ампициллин - 10 мкг, клиндамицин-2 мкг, ципрофлоксацин-5 мкг, эритромицин-15 мкг, гентамицин-10 мкг, хлорамфеникол-30 мкг, канамицин-30 мкг, линезолид-10 мкг, хинупристин-15 мкг, рифампицин-5 мкг, стрептомицин-10 мкг, тетрациклин- 30 мкг, триметоприм -5 мкг, ванкомицин -5 мкг и 30 мкг соответственно.

Электронный тест проводился с использованием пластиковой полоски, содержащей заранее определенный уровень антибиотиков, на которую нанесена шкала показаний МИС в мкг/мл. Полуколичественный электронный тест позволил нам определить даже минимальную ингибирующую концентрацию. Однако полоска-носитель и, следовательно, зона ингибирования образования капель требуют большего пространства, поэтому чашку Петри тестировали только на наличие одного антибиотика на одной чашке Петри. 100 мкл исследуемых штаммов с McF 1 равномерно распределяли по поверхности MRS-агара с цистеином и давали время для подачи. После этого полоски непосредственно переносили на чашки с агаром, затем чашки инкубировали в подходящих условиях в зависимости от исследуемого микроорганизма.

Показатели резистентности были рассчитаны в соответствии с микробиологическими пороговыми значениями (мг/мл), рекомендованными Европейским органом по безопасности пищевых продуктов [EFSA] (2012).

Для оценки бактерий штаммы были классифицированы как чувствительные или устойчивые к противомикробным препаратам:

Восприимчивый(ые): штамм бактерий определяется как восприимчивый, если его ингибирование происходит при концентрации специфического антимикробного средства, равной или ниже установленного порогового значения ($S \leq x$ мг/л).

Резистентный (R): бактериальный штамм определяется как резистентный, если он не подавляется при концентрации специфического антимикробного средства, превышающей установленное пороговое значение ($R > x$ мг/л).

После инкубации вдоль полоски видна симметричная эллиптическая зона ингибирования, поскольку рост бактерий предотвращается, МИС определяется областью ингибирования, которая является конечной точкой, где эллипс пересекает полоску. Тест-полоска для определения резистентности к девяти антибиотикам, используемым в семи изолятах: 1- гентамицин, 2-стрептомицин, 3-хлорамфеникол, 4-тетрацилин, 5-эрифромидин, 6-клиндамицин, 7-ампициллин, 8-ванкомицин, 9- канамицин.

Тест на чувствительность к традиционным антибиотикам, входящий в набор МИС G+, был проведен в соответствии с протоколом Европейского органа по безопасности пищевых продуктов (EFSA).

С планшета снимали алюминиевую упаковку, на планшет наносили этикетку с названием тестируемых штаммов, в каждую лунку добавляли по 100 мкл суспензионной среды МИС G+ в каждую лунку. Сначала готовили бактериальную суспензию, дважды промывая клетки в PBS, затем доводили плотность до 2 мкФ, раствор разливали в стерильные чашки Петри, 60 мкл бактериальной суспензии добавляли в пробирку с 13 мл суспензионной среды МИС и хорошо гомогенизировали. Планшеты помещали в полиэтиленовые пакеты и инкубировали в течение 24 часов при температуре 37°C, после чего лунки для инкубации считывали при естественном рассеянном свете.

Чувствительность к антибиотикам была протестирована у всех 10 изолятов на растворе МИС G+, включающем 12 антибиотических препаратов. Диапазон МПК для конкретных антибиотиков варьировался в зависимости от

концентрации тестируемых антибиотиков: для гентамицина 0,25-128 мг/л, для ампициллина 0,25-16 мг/л, для эритромицина 0,06-8 мг/л, клиндамицина 0,12-16 мг/л, тетрациклина 0,25-12 мг/л, ванкомицина 0,12 мг/л.-16 мг/л, хлорамфеникол 0,25-32 мг/л.

2.3.5 Идентификация пробиотических штаммов молочнокислых бактерий с использованием современных методик

Идентификация молочнокислых бактерий проводилась с использованием трех различных методов: (1) масс-спектрометрии с лазерной десорбцией/ионизацией при помощи матрицы с времяпролетной детекцией (MALDI-TOF MS), (2) биохимического теста API 50 CHL (bioMérieux, Франция), а также (3) секвенирования гена 16S рРНК. Масс-спектрометрический анализ выполняли с использованием прибора MALDI-TOF Microflex (Bruker Daltonics, Германия) в соответствии с инструкциями производителя. В соответствии с рекомендациями производителя, для анализа бактерий с помощью лазерной десорбции с помощью матрицы во времени пролета использовали клетки из одной колонии свежей культуры в течение ночи (инкубировали при 37°C, 24 часа на MRS-агаре) для каждого выделения, чтобы подготовить образцы в соответствии с процедурой экстракции микроорганизмов этанолом и муравьиной кислотой. Для получения каждого масс-спектра использовали 50 лазерных импульсов с заданной мощностью излучения на уровне минимального порогового значения, достаточного для десорбции-ионизации образца. Преимуществами методики являются высокая чувствительность, быстрая и простая пробоподготовка (от 10 до 15 мин на пробу), высокая скорость измерения (1 мин на пробу), возможность автоматизации и роботизации всех этапов исследования, относительно низкая стоимость используемых реагентов, образцов.

Для фенотипической идентификации молочнокислых бактерий применяли стандартизированную биохимическую систему API 50 CH в сочетании с питательной средой API 50 CHL (bioMérieux, Франция), предназначенной для определения представителей рода *Lactobacillus* и родственных таксонов. Система включает 50 микротестов, позволяющих оценить способность бактерий ферментировать различные углеводы и их производные [112,113].

Перед проведением анализа штаммы культивировали в бульоне MRS при 37°C в течение 18–24 часов. Клеточную суспензию готовили в стерильном MRS-бульоне до оптической плотности, эквивалентной 2 McFarland, после чего смешивали с содержимым ампулы API CHL и немедленно использовали для инокуляции тест-полосок.

Тестовые полоски предварительно размещали в инкубационный контейнер с увлажнённой атмосферой, а 50 микролунок заполняли бактериальной суспензией с помощью стерильной пипетки, избегая образования пузырей. Первая лунка служила отрицательным контролем, не содержала субстрата и использовалась для сравнения. После инокуляции лунки

покрывали стерильным минеральным маслом и инкубировали при 37°C в течение 24 и 48 часов.

Ферментация субстратов сопровождалась изменением цвета среды в лунках за счёт образования кислот и сдвига pH, что визуализировалось встроенным индикатором. Результаты регистрировали через 24 и 48 часов инкубации. Профили биохимической активности анализировали с использованием программного обеспечения и базы данных APIweb (bioMérieux), позволяющей определить таксономическую принадлежность исследуемых изолятов.

Анализ бактериальной идентификации с использованием секвенирования гена 16S рРНК. Полное извлечение геномной ДНК проводили с использованием набора для выделения ДНК (DNeasy, Blood & Tissue Qiagen kit) в соответствии с инструкциями производителя. Для ПЦР-амплификации использовали универсальные праймеры 8F 5'-AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3' и 1492R 5'-GGTTACCTTGTTACGACTT-3'. Циклическая программа для проведения ПЦР-реакций начиналась с начальной денатурации матричной ДНК при 94°C в течение 5 минут. За этим последовало 35 циклов амплификации, где каждый цикл включал 30-секундную денатурацию при 95°C, 30-секундный отжиг грунтовки при 59°C и 1-минутную выдержку при 72°C. После заключительного цикла проводилась заключительная обработка при температуре 72°C в течение 10 минут. Полученные продукты ПЦР анализировали с помощью электрофореза в 1,5% агарозном геле.

Идентификация штаммов была проведена с помощью секвенирования 16S рРНК в Институте микробиологии Чешской академии наук (Прага, Чешская Республика). Полученные последовательности были проанализированы и идентифицированы путем сравнения с опубликованными сравнительные последовательности с помощью инструмента BLAST, предоставленного Национальным центром биотехнологической информации (NCBI), (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/>). Филогенетическое древо и молекулярный анализ были проведены с использованием метода соседних связей (Neighbor-Joining).

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения SPSS (версия 29, IBM, Нью-Йорк, США). Данные анализировались с использованием дисперсионного анализа (ANOVA), а результаты представлялись в виде среднего значения $\pm$ стандартное отклонение. Для определения значимых различий был установлен уровень значимости $p < 0,05$.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Исследование органолептических и физико-химических свойств козьего молока, отобранного для получения творога

В качестве объекта исследования были выбраны три пробы козьего молока породы зааненской, поступившие из различных регионов Республики Казахстан: село Самар Восточно-Казахстанской области, Абайской и Павлодарской областей. Органолептические свойства проб козьего молока приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Органолептические свойства проб козьего молока

Характеристика /Данные проб	Село Самар Восточного Казахстана	Абайская область	Павлодарская область
Внешний вид	Однородный, без видимых включений, слегка мутный	Прозрачный, без отложений и примесей	Слегка мутный, без видимых примесей
Цвет	Белый с кремовым оттенком	Чистый белый	Светло-белый с легким серым оттенком
Запах	Слабый, нейтральный, посторонних запахов нет	Слегка выраженный, характерный для козьего молока, без неприятных нот	Умеренно выраженный, характерный козий запах, слабокислый
Вкус	Мягкий, слегка сладкий	Нежный, слегка соленый ореховым вкусом	Слегка кисловатый, с характерным козьим вкусом
Консистенция	Однородный, без комков	Жидкий, менее плотный по сравнению с первым образцом	Однородный, средней плотности

При определении органолептических показателей было установлено, что все исследуемые пробы козьего молока соответствовали нормам.

Физико-химический анализ проб козьего молока проводился с использованием прибора «Клевер-2», предназначенного для экспресс-анализа качества молока. С его помощью определялись ключевые показатели: массовая доля белка, жира, плотность, содержание сухого обезжиренного молочного остатка, а также температура исследуемого продукта.

Процедура измерения занимала от 2,5 до 3,5 минут, в зависимости от температуры молока: молоко комнатной температуры анализировалось за 2,5 минуты, охлаждённое - за 3,5 минуты. Результаты измерений отображались на цифровом индикаторе устройства в режиме реального времени, которые показаны в таблице 8.

Таблица 8 - Показатели физико-химического состава проб козьего молока

№	Жирность, %	Белок, %	СОМО, %	Плотность, кг/м ³	Температура, °С
Село Самар Восточного Казахстана	11,58	3,14	8,5	1027,88	23,8
Абайская область	5,28	3,71	9,18	1030,2	22,5
Павлодарская область	3,57	3,11	8,44	1028,84	22,4

По результатам органолептических и физико-химических свойств, козье молоко из села Самар Восточно-Казахстанской области было признано наиболее подходящим для производства творога, поскольку его характеристики оптимальны для получения продукта с вязкопластичными свойствами.

3.2 Выделение чистых штаммов МКБ из козьего молока и творога

Пробиотические культуры играют важную роль в физиологии человека, которая включает в себя стимуляцию иммунной системы и синтез необходимых витаминов [114]. В эту категорию в основном входят бактерии таких родов, как *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, которые оказывают защитное воздействие на кишечную среду человека [115].

Эти пробиотические микроорганизмы играют защитную роль в кишечнике человека, подавляя рост условно-патогенных микробов, создавая неблагоприятную среду для потенциально вредных организмов [116]. Козье молоко рассматривается как жизнеспособная альтернатива коровьему молоку для людей с аллергией или повышенной чувствительностью к молочным компонентам. Аллергические реакции, как правило, связаны с наличием специфических белков или лактозы, содержащихся в коровьем молоке. В отличие от него, козье молоко не содержит ряда аллергенных белков и характеризуется сниженным содержанием лактозы, что делает его более приемлемым для лиц с соответствующими диетическими ограничениями. [117].

Кроме того, для поддержания оптимального уровня гликемического контроля у лиц с сахарным диабетом 2 типа, нарушенной толерантностью к глюкозе, ожирением и метаболическим синдромом, в рационе нередко отдают предпочтение продуктам из козьего молока [118]. Такие продукты способствуют более мягкому воздействию на углеводный обмен, а также обогащают организм высококачественными белками, жирами, минеральными веществами и другими нутриентами, необходимыми для поддержания обменного гомеостаза.

Одним из ключевых параметров при оценке пробиотических штаммов является их чувствительность к антибиотикам. Помимо этого, перед

внедрением изолятов в пищевую промышленность необходимо проведение комплексной оценки других функциональных свойств. Исследование Islam и соавт. показало, что штаммы, выделенные из сырого козьего молока, обладают значительным потенциалом для применения в производстве ферментированных продуктов [119]. Кроме того, согласно предыдущим данным, были идентифицированы основные виды МКБ, перспективные для использования в качестве заквасочных культур в регионе Сардиния[120].

Однако в Казахстане проведено очень мало исследований, связанных с выделением пробиотических штаммов из козьего молока или продуктов из него [121]. Поэтому целью данного исследования было изучение перспективных штаммов МКБ с высокими функциональными пробиотическими свойствами в козьем молоке и образцы творога из козьего молока, их идентификация и применение для последующего производства ферментированных продуктов.

В ходе исследований чистые штаммы микроорганизмов были выделены из козьего молока и двух видов творога, произведённых в одном регионе. Такой выбор обусловлен несколькими ключевыми факторами.

Во-первых, конечной целью работы является разработка функционального кисломолочного продукта - творога из козьего молока, предназначенного для диетического и детского питания. В этой связи, важно отметить, что критически важно использовать заквасочные культуры, адаптированные к специфическому составу козьего молока, которое отличается от коровьего по белковому и жировому составу, уровню кислотности и биодоступности микроэлементов. Штаммы, естественно присутствующие в козьем молоке и молочных продуктах, изготовленных на его основе изначально обладают высокой ферментативной активностью именно в этой питательной среде, что делает их более эффективными и технологически устойчивыми в процессе производства [122,123].

Во-вторых, выбор сырья с определённой географической привязкой позволяет учесть региональные особенности микрофлоры. Это особенно важно, если планируется локальное производство продуктов с использованием традиционного сырья. Географическая адаптация микрофлоры обеспечивает лучшую приживаемость и активность штаммов в условиях конкретной среды, повышая его ценность для потребителя.

Кроме того, использование автохтонных (локальных) штаммов, повышает безопасность и снижает риск нежелательных метаболитов. Это особенно важно при разработке продуктов, предназначенных для питания детей и людей с особыми диетическими потребностями. Таким образом, выделение штаммов из козьего молока и творога не только научно обосновано, но и напрямую связано с целями и задачами диссертационной работы по созданию высококачественного, безопасного и функционального кисломолочного продукта.

Из 23 чистых изолятов, выделенных из образцов, для дальнейших исследований были отобраны 5 штаммов молочнокислых бактерий - Gch 5.2.1, Ssch 5.2.3, Ssch 5.3.6, Ssch 5.3.7 и KAN EI 4. Отбор проводился на начальном этапе после комплексной оценки их морфологических (по результатам

микроскопии чистых культур), технологических (интенсивность роста в молоке, скорость снижения pH, накоплению КОЕ), а также антагонистических свойств по отношению к тест-микроорганизмам.

Происхождение этих изолятов приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Происхождение отобранных штаммов

№	Штаммы	Происхождение
1	KAN EI 4	Козье молоко (село Самара Восточно-Казахстанской области)
2	Cch 5.2.3	Творог из коровьего молока (село Самара Восточно-Казахстанской области)
3	Cch 5.3.6	
4	Cch 5.3.7	
5	Gch 5.2.1	Творог из козьего молока (село Самара Восточно-Казахстанской области)

Физиологические, морфологические, технологические и пробиотические свойства штаммов были определены в лабораториях кафедры «Сельское хозяйство и биоресурсы» Инженерно-технологического факультета Инновационного Евразийского Университета.

Были изучены основные фенотипические признаки чистой культуры выделенных штаммов: культуральные свойства колоний, морфология клеток в микроскопических препаратах, а также каталазная активность с использованием методов анализа, общепринятых в микробиологии. Лактобациллы представляли собой чистые культуры, неподвижные, не образующие каталазы. Видовая идентификация лактобацилл проводилась на основе изучения их морфологических свойств с учетом их ферментативной активности.

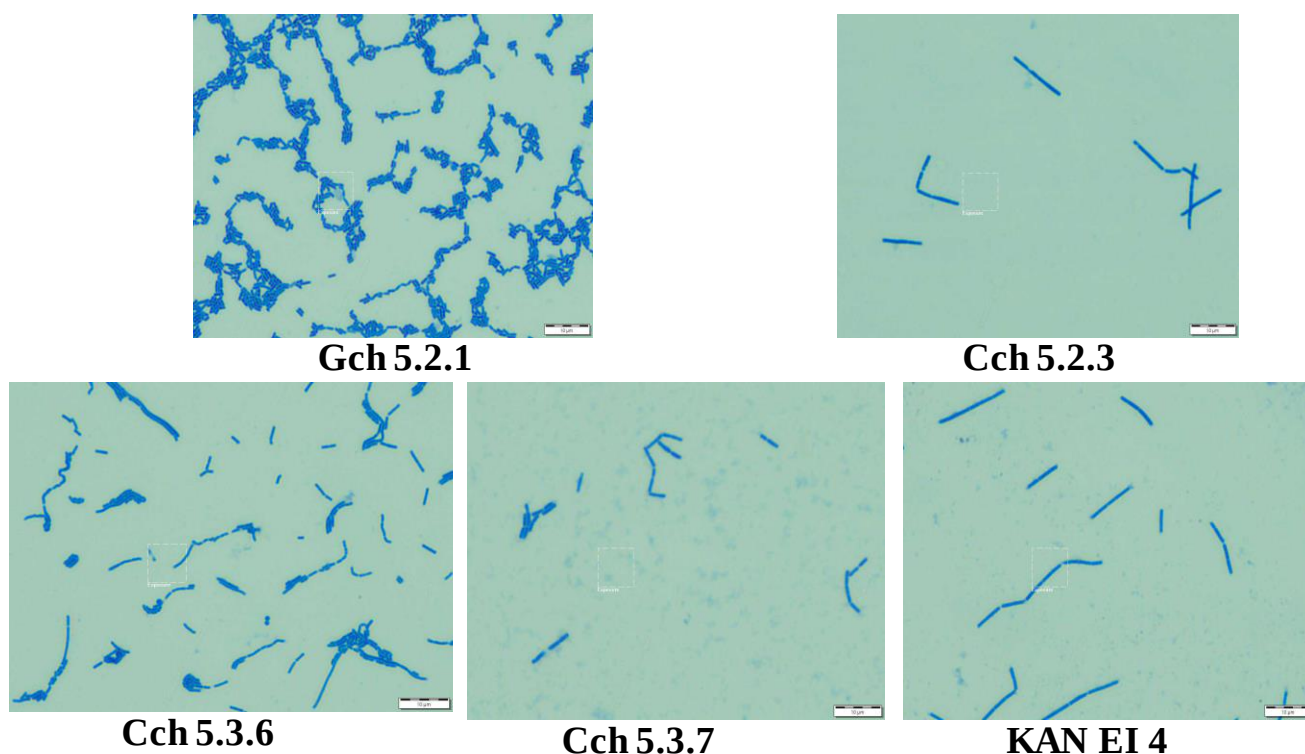


Рисунок 3 - Морфология клеток изолятов молочнокислых бактерий

Определение морфологии клеток, проводилось с использованием микроскопических методов с помощью микроскопической камеры Olympus DP 74. Морфология клеток 5 основных штаммов молочнокислых бактерий, являющихся объектом данного проекта, представлена на рисунке 3.

Отобранные культуры характеризуются типичными для рода *Lactobacillus* морфологическими признаками (неподвижные, грамположительные, каталазоотрицательные палочки).

Таким образом, проведённый этап позволил выделить и предварительно охарактеризовать автохтонные штаммы молочнокислых бактерий, обладающие потенциалом для использования в качестве заквасочных и пробиотических культур при производстве функциональных кисломолочных продуктов из козьего молока.

3.2.1 Биохимические и технологические свойства отобранных МКБ

Козье молоко приобретает всё большую популярность благодаря своим высокопитательным свойствам, хорошей усвояемости, а также потенциальной пользе для здоровья по сравнению с коровьим молоком. Одним из ключевых показателей качества молока, особенно при его ферментации, является микробиологическая чистота. Количество микроорганизмов в свежем и ферментированном козьем молоке является критически важным параметром, отражающим как исходную микробиологическую безопасность продукта, так и активность ферментативных процессов [124].

Результаты количественной оценки микрофлоры представлены в таблице 10, где показано содержание микроорганизмов (КОЕ/мл) в образцах козьего

молока до и после самопроизвольного брожения на различных питательных средах.

Таблица 10 - Количество микроорганизмов в свежем козьем молоке и после самопроизвольного брожения на различных питательных средах

Образцы	MPC+ ванк. КОЕ/ml	Желчь эскул. КОЕ/ml	MPC КОЕ/ml	M17 КОЕ/ml	Кан+ эскул. КОЕ/ml
Козье молоко	-	-	-	$4.2 \cdot 10^7$	-
Козье молоко после самопроизвольного брожения	$1.7 \cdot 10^7$	$1.5 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^6$	$5.3 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^4$

Анализ данных демонстрирует значительное увеличение общей численности микроорганизмов после ферментации, особенно на средах MRS (для лактобацилл) и M17 (для лактококков). Это указывает на активное развитие желательной молочнокислой микрофлоры в процессе самопроизвольного брожения, что может способствовать улучшению функциональных и пробиотических свойств продукта.

Напротив, слабый или отсутствующий рост на желчном эскулиновом агаре и канамицин-эскулиновом агаре свидетельствует о низком содержании энтерококков и других нежелательных бактерий в ферментированном молоке. Это может указывать на селективное подавление потенциально патогенных или нежелательных микроорганизмов в ходе спонтанного брожения.

Помимо микробиологических характеристик, пробиотические штаммы лактобацилл были протестированы на наличие технологически значимых свойств. Лактобациллы играют ключевую роль в процессе ферментации лактозы с образованием молочной кислоты, что способствует снижению pH и, соответственно, улучшению текстуры и органолептических свойств кисломолочных продуктов.

Результаты ферментационной активности штаммов представлены на рисунке 4 и в таблице 11.



Рисунок 4 – Профиль ферментации штаммов лактобактерий

Таблица 11 - Сравнительные результаты ферментации углеводов штаммами

Активные ингредиенты	Тест	Gch 5.2.1	Cch Cch 5.2.3	Cch Cch 5.3.6	CchCch 5.3.7	KA NEI 4
L-арабиноза	LARA	+	±	±	±	±
D-рибоза	RIB	+	+	+	+	+
D-галактоза	GAL	+	+	+	+	+
D-глюкоза	GLU	+	+	+	+	+
D-фруктоза	FRU	+	+	+	+	+
D-манноза	MNE	+	+	+	+	+
Дульцитол	DUL	-	-	-	-	-
L-сорбоза	SBE	-	-	-	-	-
Целлюбиоза	CEL	+	+	+	+	+
L-рамноза	RHA	-	-	-	-	-
D-маннитол	MAN	+	+	+	-	-
D-сорбит	SOR	+	-	-	-	-
N-ацетилглюкозамин	NAG	+	+	+	+	±
Амигдалин	AMY	+	+	+	+	-
Арбутин	ARB	+	+	+	+	-
Салицин	SAL	+	+	+	+	-
Мелезитоза	MLZ	+	+	+	±	-
Амидон (крахмал)	AMD	-	-	-	±	-
D-Тураноза	TUR	-	+	+	±	-
Мальтоза	MAL	+	+	+	+	+
Лактоза	LAC	+	+	+	+	+
Мелибиоза	MEL	+	±	±	±	±
Сахароза	SAC	+	+	+	+	+
Инулин	INU	-	-	-	-	-
Метил-D-глюкопиранозид	MDG	-	-	-	-	-
Гентиобиоза	GEN	±	±	+	±	-
D-трегалоза	TRE	+	+	+	+	+
D-Тагатоза	TAG	-	+	-	+	-
Глюконат калия	GNT	±	-	-	-	-
D-ксилоза	DXYL	+	--	-	-	-
РЕЗУЛЬТАТЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ		<i>Lb,pento sus</i>	<i>Lb,plan tarum</i>	<i>Lb,plan tarum</i>	<i>Lb,plan tarum</i>	<i>Lb,cur vatus</i>

На основе результата API теста получили профиль углеводной ферментации для каждого штамма в сравнении, с акцентом на их метаболическую гибкость, что является важным пробиотическим критерием.

Штамм Gch 5.2.1 продемонстрировал наиболее широкий ферментативный спектр среди исследованных культур, успешно утилизируя 19 углеводных субстратов, включая как простые сахара (глюкоза, фруктоза, галактоза), так и более сложные соединения (амигдалин, арбутин, мелезитоза, трегалоза). Он также умеренно ферментирует глюконат калия и гентиобиозу, что свидетельствует о его метаболической адаптивности. При этом неспособность метаболизировать такие субстраты, как дульцитол, инулин и крахмал, не критична для его потенциального применения.

Штамм Cch 5.2.3 продемонстрировал широкий, но менее разнообразный ферментативный профиль, утилизируя 18 углеводов, включая важные сахара, такие как мальтоза, лактоза и сахароза. Частичная ферментация арабинозы и гентиобиозы указывает на присутствие соответствующих ферментативных систем, однако неспособность усваивать сорбит, инулин и ксилозу ограничивает его метаболическое разнообразие.

Ферментативный профиль Cch 5.3.6 в целом повторяет характеристики Cch 5.2.3, однако выделяется способностью к умеренной ферментации глюконата калия и гентиобиозы, что слегка расширяет его метаболическую нишу. Тем не менее, как и Cch 5.2.3, он не метаболизирует ряд специфических субстратов, таких как инулин и сорбит.

Cch 5.3.7 обладает самым ограниченным спектром ферментации среди штаммов *Lb. plantarum*. Он метаболизирует только основные моносахариды и дисахариды, при этом демонстрирует лишь частичную активность ($\pm$) по отношению к нескольким сложным углеводам. Отсутствие ферментации большинства специфических субстратов, таких как маннитол, арбутин и инулин, указывает на ограниченную ферментативную систему.

Штамм KAN EI 4 показал самый узкий ферментативный профиль, ферментируя только 10 базовых углеводов. Слабая активность к арабинозе и мелибиозе указывает на частичную реализацию углеводного обмена, а неспособность усваивать такие функциональные сахара, как сорбит, арбутин и трегалоза, подтверждает низкую метаболическую адаптивность. Cch 5.2.1 обладает высокой метаболической гибкостью, что делает его наиболее универсальным и перспективным штаммом для использования в производстве пробиотических и функциональных молочных продуктов.

Следующим этапом работы был изучение параметров ферментации штаммов и количество микроорганизмов до и после культивирования в обезжиренном ультрапастеризованном молоке. Результаты представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Ферментативные характеристики штаммов и изменение численности микроорганизмов до и после культивирования в обезжиренном ультрапастеризованном молоке.

№	Штаммы	pH t-0	pH t- 6	pH t- 24	КОЕ/мл t-0	КОЕ/мл t-24
1	Gch 5.2.1	6,4	6,1	4,6	$1.6 \cdot 10^7$	$1.5 \cdot 10^8$
2	Cch 5.2.3	6,5	6,5	4,4	$6.3 \cdot 10^6$	$1.7 \cdot 10^9$
3	Cch 5.3.6	6,3	6,1	4	$3.7 \cdot 10^7$	$1.4 \cdot 10^8$
4	Cch 5.3.7	6,3	5,3	3,8	$1.5 \cdot 10^7$	$1.0 \cdot 10^9$
5	KAN EI 4	6,5	5,7	4,3	$3.4 \cdot 10^6$	$6.7 \cdot 10^8$

В результате исследований штаммы лактобактерий, выделенные из козьего молока и творога, продемонстрировали выраженную способность к ферментации обезжиренного ультрапастеризованного молока, о чём свидетельствует значительное снижение уровня pH - до 3,8 спустя 24 часа инкубации при температуре 37°C.

Снижение pH с начальных значений 6.3-6.5 до 3.8-4.6 через 24 часа инкубации подтверждает активную ферментативную деятельность всех исследованных штаммов. Это свидетельствует об эффективном превращении лактозы в молочную кислоту - ключевом процессе для создания кисломолочных продуктов (таких как йогурт, творог и др.) [125].

Увеличение количества колониеобразующих единиц (КОЕ/мл) в 10–100 раз указывает на высокую жизнеспособность и активное размножение штаммов в молочной среде, что является критерием их технологической пригодности.

Наиболее перспективные штаммы по кислотообразующей активности: Ssh 5.3.7 - достиг минимального значения pH (3.8), при этом численность клеток увеличилась более чем в 60 раз. Ssh 5.2.3 - продемонстрировал максимальный прирост микробной массы (увеличение КОЕ в 270 раз), при конечном pH 4.4.

Все изученные штаммы обладают потенциалом для использования в производстве кисломолочной продукции. Особенно штаммы Ssh 5.2.3 и Ssh 5.3.7 показали наилучшие результаты по скорости ферментации и приросту микробной биомассы. Это указывает на их высокий технологический потенциал и возможные пробиотические свойства, что делает их перспективными кандидатами для включения в состав заквасочных культур. Результаты анализа технологических свойств выделенных штаммов лактобактерий приведены в таблице 12 и в рисунке 5.

В результате было показано, что все протестированные штаммы вызывали коагуляцию молока при температуре 37 °C в течение 24 часов, что свидетельствует об их способности к эффективной ферментации.

Статистический анализ показал, что достоверных различий ($p > 0,05$) в скорости роста между штаммами при инкубации в молоке не наблюдалось. Тем не менее, уровень pH значительно снизился ($p < 0,05$) спустя 24 часа по сравнению с начальными значениями, зафиксированными на 0 и 6 часах инкубации.

Эти данные подтверждают, что исследуемые штаммы лактобацилл способны к активному развитию в молочной среде, что приводит к образованию плотной, однородной и гладкой структуры продукта с характерным вкусом и ароматом, аналогичным традиционным йогуртам и другим ферментированным молочным изделиям.

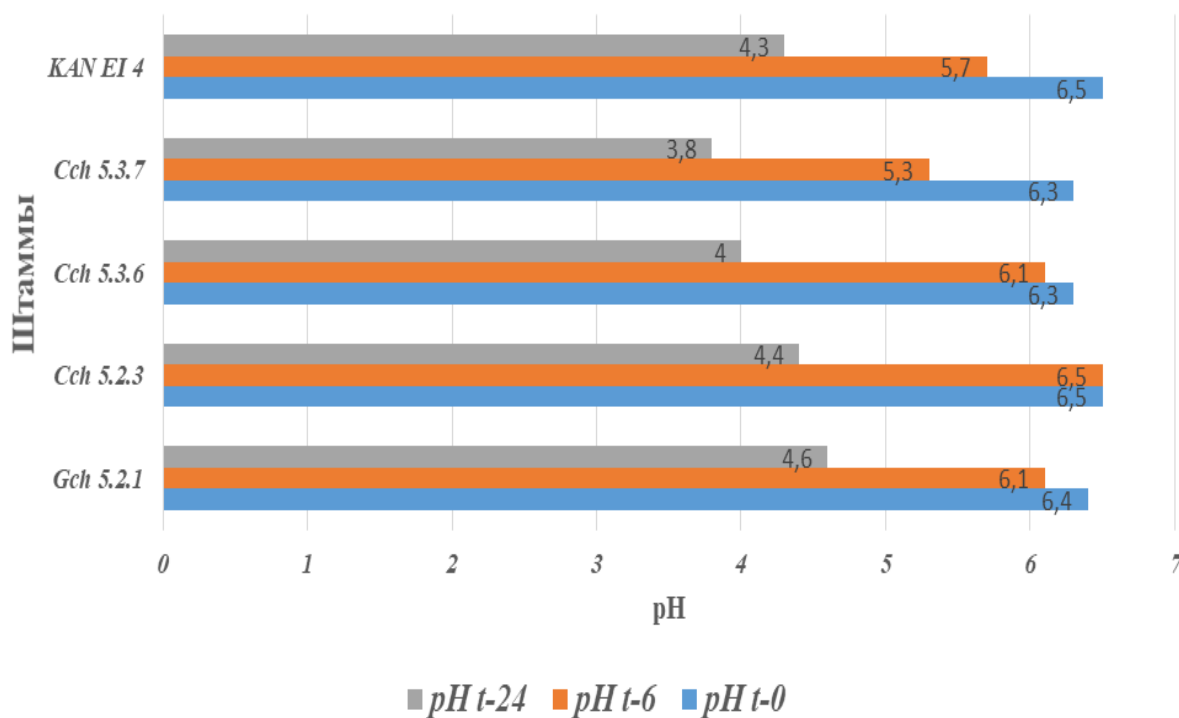


Рисунок 5 - Динамика изменения рН при ферментации обезжиренного молока

Определение органических кислот, производимое в лабораторных условиях, является важным аналитическим методом в области пищевой науки и технологии ферментации [126]. В рамках проведенного исследования результаты анализа методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) отобранных 2 штамма (Gch 5.2.1 и KAN EI 4) представлены в таблице 13 и на рисунке 6.

Согласно полученным данным, молочная кислота обнаружена в наибольшей концентрации по сравнению с лимонной, янтарной и уксусной кислотами ($p < 0,05$). Эти различия отражают специфические метаболические пути, преобладающие в исследуемых образцах.

Согласно результатам, полученным Сильвой и соавт. [127], различные штаммы лактобацилл преимущественно продуцируют именно молочную кислоту как основной метаболит. Аналогично, в другом исследовании установлено, что экспериментальный образец козьего сыра, изготовленного с использованием пробиотических штаммов, характеризовался высокой концентрацией молочной кислоты и низким содержанием лимонной [128].

Это обусловлено тем, что молочнокислые бактерии преимущественно метаболизируют углеводы посредством анаэробной ферментации, в процессе которой основной конечный продукт - молочная кислота. Они не склонны к активации альтернативных метаболических путей, ведущих к образованию других органических кислот. Такая метаболическая направленность, в сочетании со способностью МКБ эффективно развиваться в условиях ограниченного кислорода, приводит к доминированию молочной кислоты в

общем спектре органических кислот, в отличие от других метаболитов, характерных для смешанных микробных сообществ [129].

Высокая концентрация молочной кислоты в исследуемых образцах свидетельствует об эффективной работе МКБ-культуры и указывает на высокую метаболическую активность, что имеет практическую ценность при разработке функциональных кисломолочных продуктов.

Таблица 13 – Результаты ВЭЖХ-анализа органических кислот в образцах молочной продукции (мг/г)

Образцы	pH	Количество образцов, г, использованных для ВЭЖХ-анализа	Результаты ВЭЖХ Количество [мг/г]			
			Лимонная кислота	Янтарная кислота	Молочная кислота	Уксусная кислота
Gch 5.2.1	4,5	0,165	0,017±0,028	0,02±0,008	6,256±0,74	0,556±0,055
KAN EI 4	5,1	0,163	0,133±0,133	0,05±0,05	3,506±0,662	0,23±0,23



Рисунок 6 - Результаты анализа органических кислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ)

3.2.2 Изучение пробиотических свойств отобранных штаммов МКБ

3.2.2.1 Антимикробная активность

Антагонистическая активность штаммов по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам имеет важнейшее значение для разработки природных биоконсерваторов, а также для повышения микробиологической безопасности пищевых продуктов [130,131].

В ходе проведенного эксперимента были получены данные по зонам ингибирования роста тест-культур, представленные в таблице 14 и визуализированные на рисунке 7.

Результаты показали, что все исследованные штаммы МКБ обладают выраженной антагонистической активностью в отношении 3 патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Наиболее высокую ингибирующую активность продемонстрировал штамм Gch 5.2.1, что может свидетельствовать о его высоком антимикробном потенциале.

Таблица 14 - Результаты антагонистического теста (диаметр зоны ингибирования)

№	Штаммы	<i>B.cereus</i> 1410 A	<i>S.aureus</i> CCM 4516	<i>E.coli</i> CCM 4516
1	Gch 5.2.1	26.0	++++	35.14
2	Cch 5.2.3	28.58	++++	27.57
3	Cch 5.3.6	26.3	++++	24.9
4	Cch 5.3.7	28.18	++++	31.8
5	KAN EI 4	++++	20.4	++++
Примечание: ++++ зона ингибирования ≥ 40				

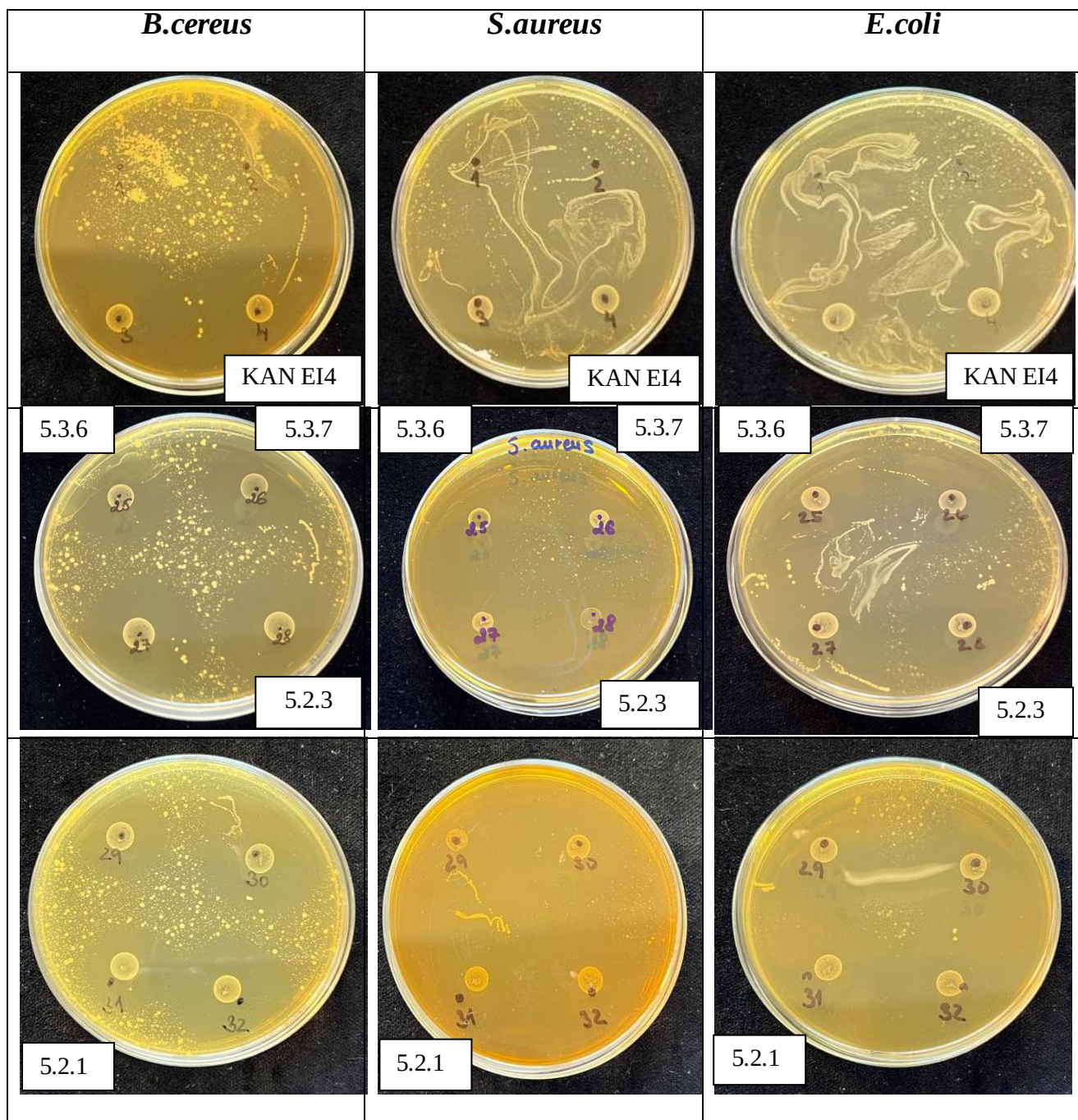


Рисунок 7 - Результаты антимикробного тестирования штаммов (KAN EI 4, Gch 5.2.1, Cch 5.2.3, Cch 5.3.6, Cch 5.3.7) на *B.cereus*, *S.aureus* и *E.coli*.

Установлено, что исследуемые штаммы МКБ обладают перспективными антагонистическими свойствами в отношении большинства патогенов. Наиболее активным оказался штамм Gch 5.2.1, который может быть рекомендован для дальнейших исследований как потенциальный компонент биозащитных заквасок.

3.2.2.2 Гидрофобность клеточной поверхности

Гидрофобность клеточной поверхности (CSH) является одним из ключевых параметров при оценке пробиотических свойств бактериальных штаммов. Данный показатель отражает способность микробных клеток к адгезии на слизистых оболочках, особенно в кишечнике, что напрямую влияет на эффективность колонизации и функциональную активность пробиотиков в организме [132].

В настоящем исследовании была определена гидрофобность клеток штаммов ($A_{600 \text{ Нм}} = 0,5 \pm 0,05$, $A_{600 \text{ Нм}} = 1,0 \pm 0,05$), выделенных из козьего молока и творога 2-х видов, по их сродству к трем неполярным растворителям: ксилолу, н-гексану и гексадекану. Анализ полученных данных отражён в таблицах 15 и 16, а графическое представление результатов представлено на рисунках 8 и 9.

В других исследованиях *L. paracasei* также продемонстрировал сильную гидрофобность [133,134]. Результаты демонстрируют заметные различия в способности клеток связываться с неполярными растворителями, что позволяет оценить потенциал адгезии и, следовательно, пробиотическую активность исследуемых штаммов. Gch 5.2.1 - лидер по гидрофобности показал максимальные значения по всем растворителям: ксилолу - 65%, н-гексану - 37%, гексадекану - 46%. Эти показатели указывают на высокую способность к адгезии к слизистой оболочке кишечника, что критично для пробиотической активности. Низкое стандартное отклонение для гексана и гексадекана указывает на стабильность результата. Штаммы Cch 5.2.3, Cch 5.3.6 показали умеренную гидрофобность - показатели варьируются в диапазоне 20–27%, что может указывать на среднюю способность к адгезии. Результаты согласуются с данными других исследований, в которых штаммы *Lacticaseibacillus paracasei* демонстрировали высокую гидрофобность - например, до 38,18 % при взаимодействии с гексадеканом, тогда как *L. casei* показал только 14,7 % [135]. Штамм *L. plantarum*, выделенный из верблюжьего молока, достигал гидрофобности до 99 % по отношению к ксилолу [136].

Аналогично, по данным Бинду и Лакшмидеви (2021) [137], некоторые изоляты демонстрировали 41–53% гидрофобности к н-гексану и 58–66 % - к гексадекану, что подтверждает существование значительных межштаммовых различий. Эти различия могут быть обусловлены составом клеточной стенки, наличием белков-адгезинов, липидным профилем и другими молекулярными особенностями поверхности клеток [138].

Кроме того, важно учитывать методические параметры при определении CSH, включая точность измерения оптической плотности и выбор растворителя, так как это влияет на корректность оценки [139].

Штамм Gch 5.2.1 является наиболее перспективным кандидатом для пробиотического применения благодаря высокой и стабильной гидрофобности, особенно по отношению к ксилолу (аналог неполярной среды слизистой ЖКТ). Он имеет потенциал для успешной колонизации кишечника, что важно при создании функциональных кисломолочных продуктов.

Таблица 15 - Гидрофобность поверхности клеток (%) пробиотических штаммов по отношению к ксилолу, н-гексану и гексадекану ($A_{600 \text{ Нм}} = 0,5 \pm 0,05$)

№	Штаммы	A0 600 OD	1 эксперимент						A0 600 OD	2 эксперимент						Н % К ± SD %	Н % Г ± SD %	Н % ГД ± SD %
			КСИЛОЛ	ГЕКСАН	ГЕКСАДЕКАН	Н % К	Н % Г	Н % ГД		КСИЛОЛ	ГЕКСАН	ГЕКСАДЕКАН	Н % К	Н % Г	Н % ГД			
1	Gch 5.2.1	0.569	0.14	0.36	0.319	75	37	44	0.49 4	0.22	0.306	0.26	55	38	47	65±14.0	37±0.9	46±2.4
2	Cch 5.2.3	0.537	0.425	0.467	0.463	21	13	14	0.52 1	0.42	0.356	0.365	19	32	30	20±1.0	22±13.2	22±11.4
3	Cch 5.3.6	0.56	0.397	0.473	0.424	29	16	24	0.50 8	0.384	0.387	0.394	24	24	22	27±3.3	20±5.9	23±1.3
4	Cch 5.3.7	0.511	0.447	0.459	0.428	13	10	16	0.50 2	0.45	0.395	0.418	10	21	17	11±1.5	16±7.9	16±0.3
5	KAN EI 4	0.527	0.404	0.459	0.437	23	13	17	0.53 7	0.287	0.321	0.421	47	40	22	35±16.4	27±19.3	19±3.2
Примечание: Значения представлены как среднее ± стандартное отклонение. Н - уровень гидрофобности клеточной поверхности, выраженный в %.																		

Таблица 16 - Гидрофобность поверхности клеток (%) пробиотических штаммов по отношению к н-гексану и гексадекану (A₆₀₀ Нм = 1,0 ± 0,05)

Штаммы	A ₀ 600 OD	А КСИЛОЛ	А КСИЛОЛ	Ср.значение	Н% Экс-1	Н% Экс-2	Ср.значение	Н %±SD%	A ₀ 600 OD	А ГЕКСАН	А ГЕКСАН	А ГЕКСАН	Ср.значение	Н% Экс-1	Н% Экс-2	Н% Экс-3	Ср.значение	Н % + - SD %
Gch 5.2.1	1.03	0.766	0.761	0.763	26	26	26	26±0.3	1.08	0.504	0.536	0.542	0.527	53	50	50	51	51±1.9
Cch 5.2.3	0.95	0.507	0.523	0.515	47	45	46	46±1.2	1.064	0.181	0.373	0.383	0.373	83	65	64	71	71±10.7
Cch 5.3.6	0.97	0.149	0.354	0.251	85	64	74	74±14.9	0.996	0.746	0.701	0.686	0.694	25	30	31	29	29±3.1
Cch 5.3.7	0.83	0.514	0.483	0.498	38	42	40	40±2.6	0.952	0.174	0.176	0.114	0.114	82	82	88	84	84±3.7
KAN EI 4	1.03	0.072	0.091	0.081	93	91	92	92±1.3	0.985	0.29	0.385	0.391	0.385	71	61	60	64	64±5.8
Примечание: Значения представлены как среднее ± стандартное отклонение. Н - уровень гидрофобности клеточной поверхности, выраженный в %.																		

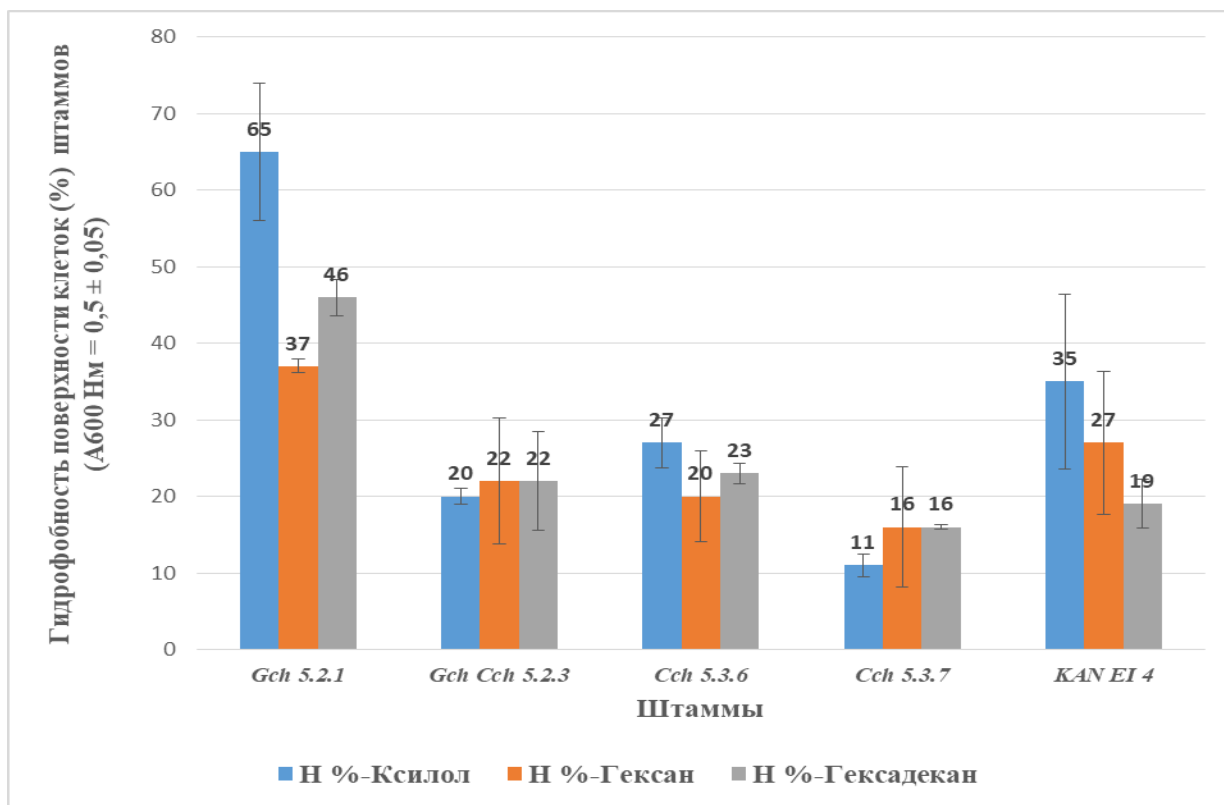


Рисунок 8 - Гидрофобность поверхности клеток (%) штаммов по отношению к ксилолу, н-гексану и гексадекану (A600 Нм = 0,5 ± 0,05)

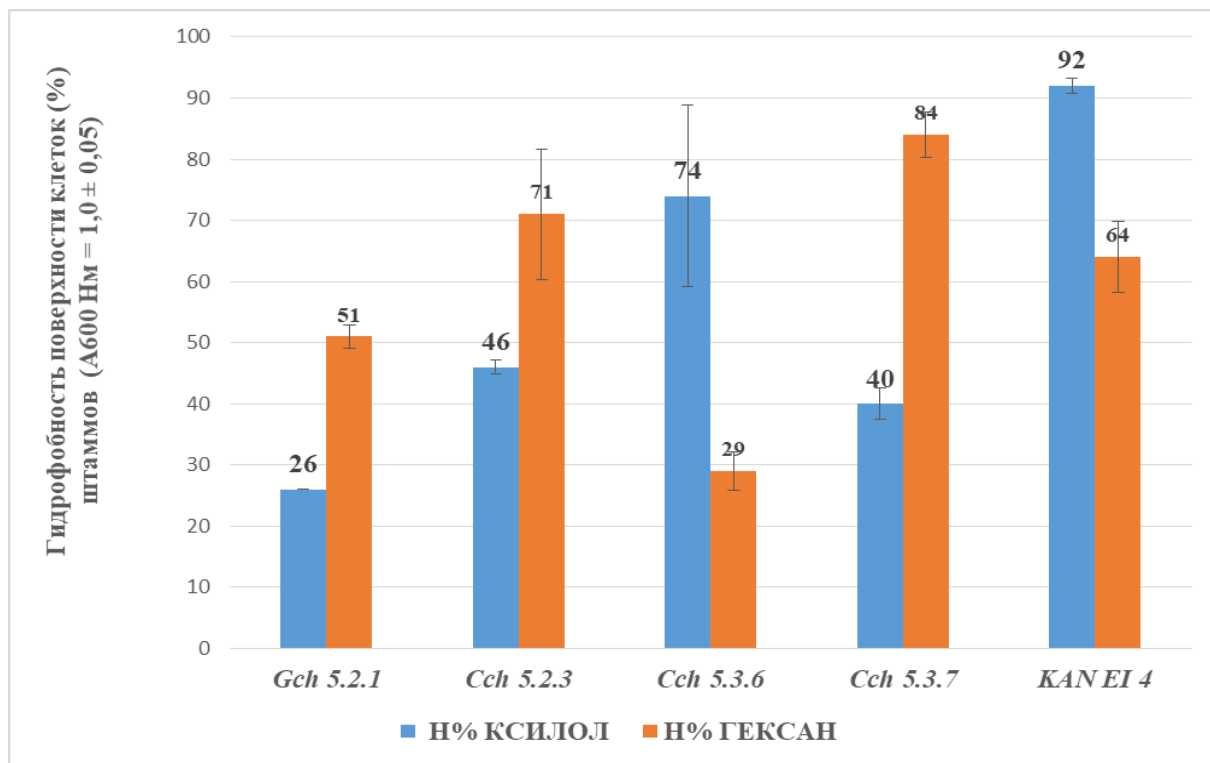


Рисунок 9 - Гидрофобность поверхности клеток (%) штаммов по отношению к ксилолу и н-гексану (A600 Нм = 1,0 ± 0,05)

Были сравнены результаты гидрофобности клеточной поверхности (CSH) пробиотических штаммов при разной оптической плотности суспензии бактериальных клеток - $A_{600} = 0,5 \pm 0,05$ и $A_{600} = 1,0 \pm 0,05$.

У штамма Gch 5.2.1 при увеличении OD наблюдается снижение гидрофобности к ксилолу, но увеличение - к гексану. У KAN EI 4 - резкий рост гидрофобности по обоим растворителям, особенно к ксилолу (до 92 %). Штаммы Cch 5.2.3, 5.3.6 и 5.3.7 демонстрируют резкое увеличение CSH, что может говорить о том, что их клеточная поверхность проявляет более выраженные гидрофобные свойства при высокой плотности. Такое поведение может быть обусловлено различиями в структуре клеточной стенки, наличием поверхностных белков, липидного слоя, а также механизмами регуляции в зависимости от концентрации клеток.

Изменение оптической плотности суспензии влияет на измеренные значения гидрофобности, что требует строгой стандартизации условий при проведении CSH-тестов.

При $A_{600} = 1,0$ большинство штаммов продемонстрировали более высокие значения гидрофобности, особенно по отношению к гексану, что может быть полезно при отборе штаммов для пробиотического применения. Штаммы KAN EI 4, Cch 5.3.6 и Cch 5.2.3 проявили наивысшие значения гидрофобности при высокой OD, что делает их перспективными для дальнейших исследований по адгезии и колонизации кишечника.

3.2.2.3 Аутоагрегация

Высокая аутоагрегация (самоагрегация) пробиотических бактерий считается важным показателем их адгезивного потенциала, так как тесное скопление клеток способствует лучшему прикреплению к эпителию кишечника и формированию колоний, устойчивых к перистальтике и внешним стрессам [140].

В лабораторных условиях был проведён анализ аутоагрегационной способности пяти штаммов, выделенных из козьего молока. Измерения осуществлялись через 6 и 24 часа инкубации. Результаты представлены в таблице 17, а динамика изменения показателей - на рисунке 10.

Во всех случаях наблюдалось значительное увеличение процента агрегации через 24 часа по сравнению с 6 часами. Это отражает естественное поведение пробиотических культур - формирование агрегатов по мере роста и метаболической активности.

Наиболее выраженная аутоагрегация через 24 ч - Cch 5.3.7 показал наивысшую аутоагрегацию: $80 \% \pm 10.9$. За ним следуют KAN EI 4 - $79 \% \pm 0.9$ и Gch 5.2.1/Cch 5.2.3 - $78 \% \pm 13-14$. Это демонстрирует высокий адгезивный потенциал, особенно у штаммов Cch 5.3.7 и KAN EI 4.

Наилучший результат через 6 часов показал KAN EI 4 - $38 \% \pm 17.2$. Остальные штаммы продемонстрировали низкую начальную аутоагрегацию (от 14 % до 22 %), но резко улучшили показатели через 24 часа, что говорит о зависимости агрегации от времени культивирования.

Таблица 17 - Результаты определения аутоагрегации (%) штаммов через 6 и 24 часа

№	ШТАММЫ	1 ЭКСПЕРИМЕНТ					2 ЭКСПЕРИМЕНТ					A % 6h	A % 24	A%-6h ± SD %	A%-24h ± SD %
		A0 OD 600	At-6	At-24	A% 6h	A% 24h	A0 OD 600	At-6	At-24	A% 6h	A% 24h				
1	Gch 5.2.1	0.536	0.464	0.169	13	68	0.562	0.425	0.073	24	87	19	78	19±7.7	78±13.1
2	Cch 5.2.3	0.489	0.395	0.155	19	68	0.473	0.419	0.055	11	88	15	78	15±5.5	78±14.2
3	Cch 5.3.6	0.542	0.4	0.255	26	53	0.478	0.397	0.237	17	50	22	52	22±6.5	52±1.8
4	Cch 5.3.7	0.491	0.302	0.137	38	72	0.442	0.484	0.055	-10	88	14	80	14±33.9	80±10.9
5	KAN EI 4	0.524	0.39	0.109	26	79	0.435	0.218	0.096	50	78	38	79	38±17.2	79±0.9
Примечание: Значения представлены как среднее ± стандартное отклонение. А - аутоагрегация штаммов через 6 и 24 часа соответственно, выраженный в %.															

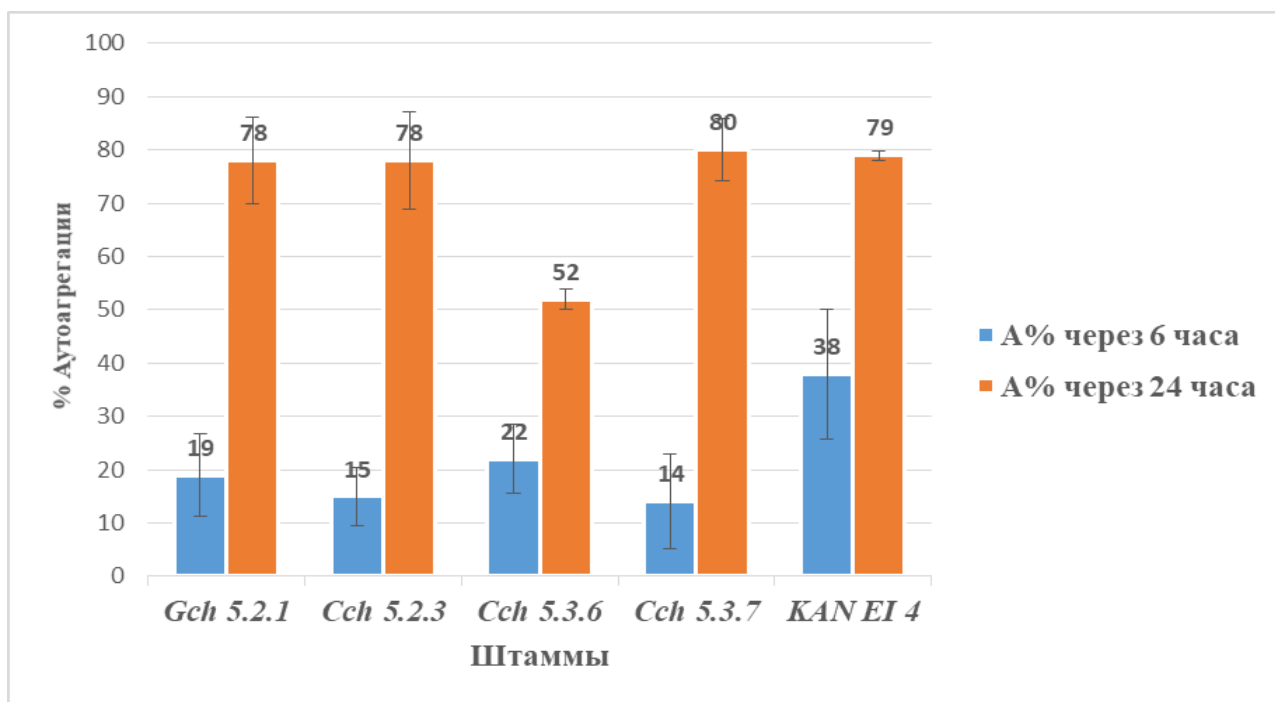


Рисунок 10 - Результаты определения аутоагрегации (%) через 6 и 24 часа.

Штаммы Gch 5.2.1, Cch 5.2.3, Cch 5.3.7 и KAN EI 4 продемонстрировали высокую аутоагрегационную активность на 24-м часу, что делает их перспективными для создания пробиотических продуктов с высокой колонизационной способностью.

KAN EI 4 оказался наиболее агрегационно-активным на ранней стадии (6 ч), что потенциально важно при краткосрочном контакте с эпителием (например, при прохождении тонкого кишечника). Исследование Yang et al. [141] показало, что у штаммов, выделенных из козьего молока, аутоагрегация варьировала в пределах 30–55 %, с выраженной коагрегацией с патогенами *Listeria monocytogenes* и *Escherichia coli*. В нашем исследовании значения аутоагрегации выше, что может свидетельствовать о высокой конкурентоспособности и антагонистической активности штаммов.

3.2.2.4 Анализ коагрегации

Исследование коагрегационной активности пробиотических штаммов с патогенной бактерией *Escherichia coli* CCM 4517 позволило оценить их потенциал в качестве пробиотических агентов. Все исследуемые штаммы продемонстрировали способность к коагрегации с *E.coli*, однако степень выраженности этого свойства варьировалась как между штаммами, так и в зависимости от времени инкубации (6 и 24 часа). Наиболее высокую коагрегационную активность показал штамм Gch 5.2.1 - процент коагрегации составил 49 % через 6 часов и 76 % через 24 часа, что подтверждает его высокую коагрегационную активность ($p < 0,05$). Это может указывать на сильную способность штамма взаимодействовать с патогеном и формировать агрегаты, потенциально препятствуя прикреплению *E. coli* к слизистой оболочке кишечника. Вторым по эффективности оказался Cch 5.3.6 с

приростом коагрегации от 13 % до 83 %. Штамм KAN EI 4, несмотря на низкий начальный уровень коагрегации (2 % через 6 часов), к 24-му часу достиг 66%, демонстрируя запаздывающий, но значительный эффект взаимодействия с *E. coli*.

Ранее опубликованные исследования указывают, что штаммы, выделенные из козьего молока, в целом проявляют умеренную коагрегацию с патогенными микроорганизмами, по сравнению со штаммами из коровьего молока [142]. Тем не менее, в одном из исследований штамм, полученный из сырого нигерийского козьего молока, продемонстрировал высокие показатели коагрегации в диапазоне 34–94% при взаимодействии с 14 различными патогенами [143].

Эти данные подтверждают, что коагрегация может быть штамм-специфичной и зависеть от таких факторов, как происхождение изолята, структура клеточной поверхности и скорость адаптации к кишечной микрофлоре.

Наиболее активными коагрегантами являются Gch 5.2.1 и Cch 5.3.6, что делает их перспективными кандидатами для пробиотической терапии и биозащиты. KAN EI 4 демонстрирует потенциал при длительном взаимодействии, несмотря на медленный старт. Различия в коагрегационных свойствах могут быть связаны с: особенностями клеточной стенки; способностью к выработке поверхностных белков; афинностью к патогену. Результаты коагрегационного анализа приведены в таблице 18, а их графическая интерпретация - на рисунке 11.

Эти данные особенно важны при подборе штаммов для создания функциональных кисломолочных продуктов с пробиотическим эффектом, нацеленным на подавление патогенных бактерий.

Таблица 18 – Показатели коагрегации (%) между *Escherichia coli* ССМ 4517 и бактериальными изолятами через 6 и 24 часа инкубации

№	ШТАММЫ	A0 600 OD	A -пат	A -6h	A -24h	C%- 6h	C% - 24h
1	Gch 5.2.1	0.544	0.469	0.256	0.122	49	76
2	Cch 5.2.3	0.484	0.475	0.411	0.107	14	78
3	Cch 5.3.6	0.552	0.475	0.446	0.088	13	83
4	Cch 5.3.7	0.478	0.475	0.428	0.282	10	41
5	KAN EI 4	0.481	0.509	0.485	0.166	2	66

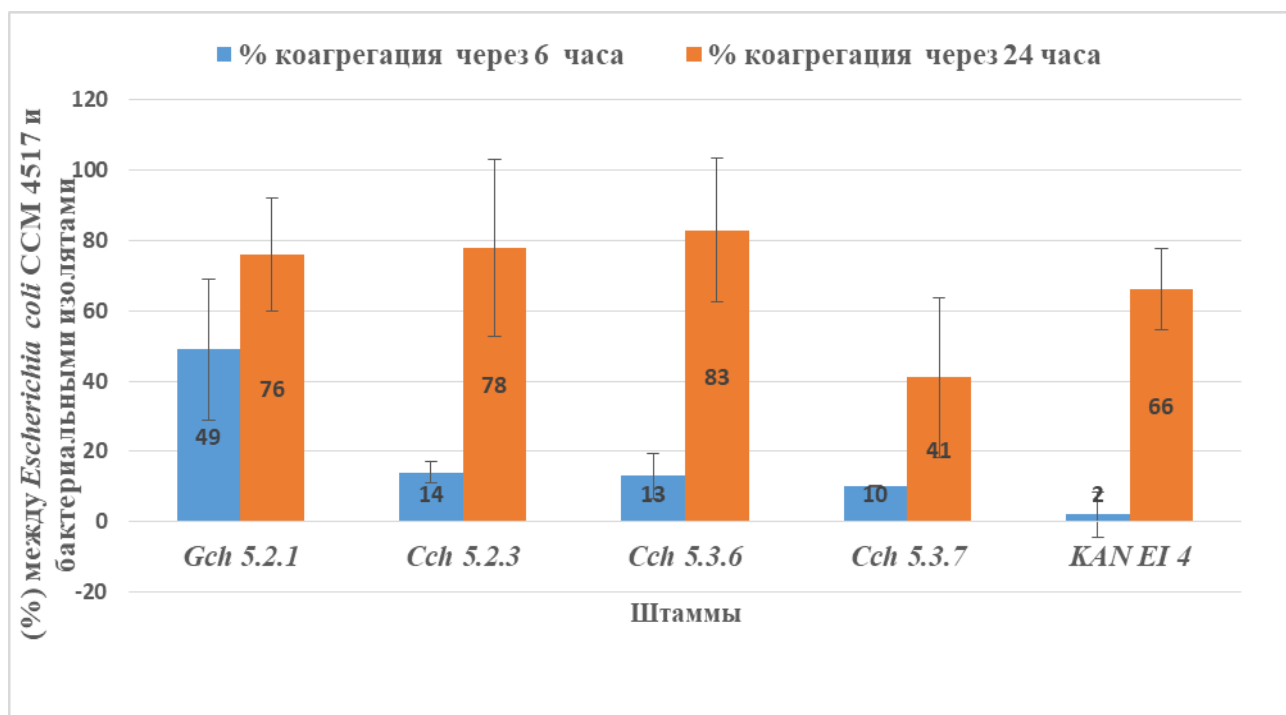


Рисунок 11 - Результаты анализа коагрегации (%) между *Escherichia coli* CCM 4517 и бактериальными изолятами через 6 и 24 часа инкубации

3.2.2.5 Способность к образованию биопленок

Способность пробиотических штаммов к образованию биоплёнок является важным фактором их эффективности, так как она способствует более прочной адгезии к эпителию кишечника, повышает устойчивость к неблагоприятным условиям и способствует вытеснению патогенных микроорганизмов из микробиоценоза [144].

В ходе эксперимента была изучена интенсивность образования биоплёнки у пробиотических штаммов в течение 24 и 48 часов культивирования. Результаты представлены в таблице 19, а также визуализированы на рисунке 12.

Таблица 19 - Результаты формирования биопленки у пробиотических штаммов (OD 590) через 24ч and 48ч

№	Штаммы	(OD590) через 24 ч			Ср.зн	Образование биоплёнки, $\pm$ SD (OD ₅₉₀)	(OD590) через 48 ч			Ср.зн	Образование биоплёнки, $\pm$ SD (OD ₅₉₀)
		1	2	3			1	2	3		
1	Gch 5.2.1	0.145	0.114	0.108	0.122	0.049 $\pm$ 0.019	0.232	0.175	0.199	0.202	0.114 $\pm$ 0.029
2	Cch 5.2.3	0.24	0.209	0.215	0.221	0.148 $\pm$ 0.016	0.27	0.225	0.258	0.251	0.163 $\pm$ 0.023
3	Cch 5.3.7	0.274	0.326	0.246	0.282	0.208 $\pm$ 0.041	0.439	0.458	0.487	0.461	0.373 $\pm$ 0.024
4	KANEI 4	0.103	0.106	0.109	0.106	0.032 $\pm$ 0.003	0.097	0.137	0.136	0.1233	0.035 $\pm$ 0.023

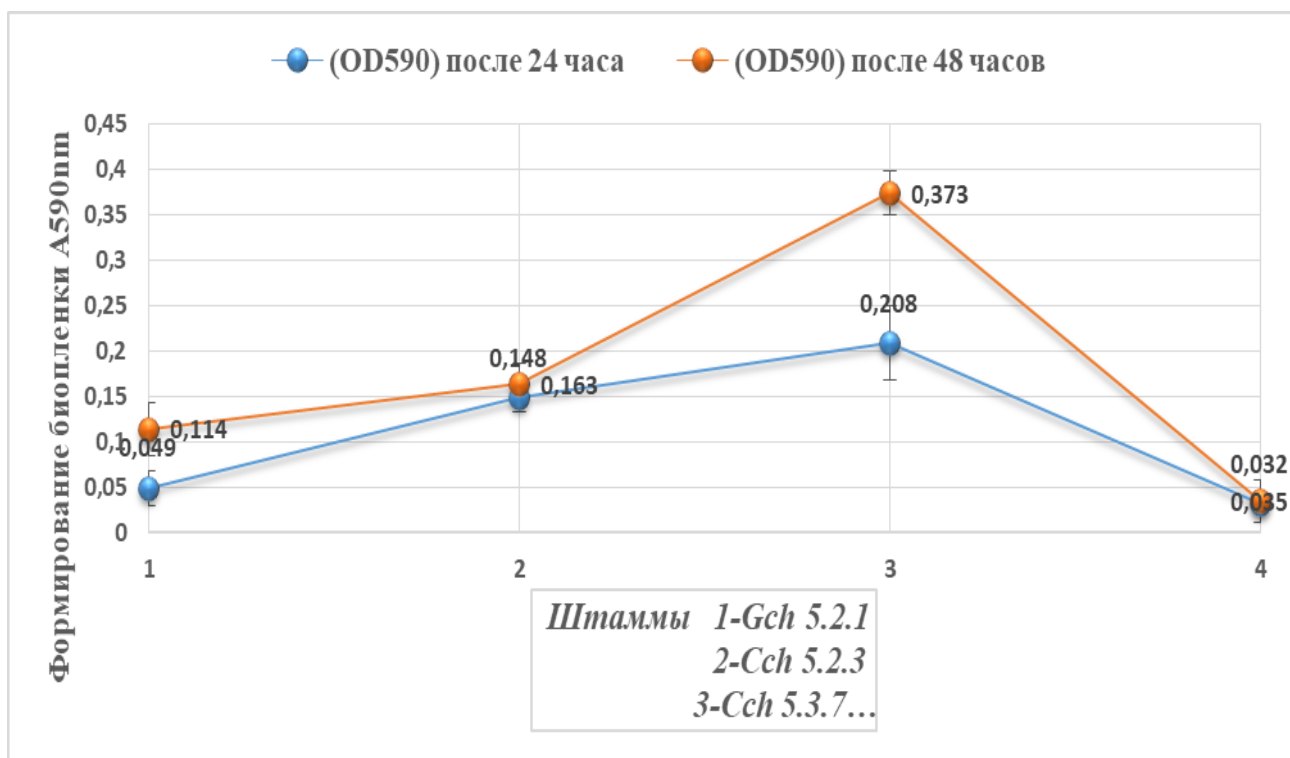


Рисунок 12 - Динамика формирования биоплёнки у пробиотических штаммов (OD₅₉₀) по истечении 24 и 48 часов.

Проведённое исследование показало, что изученные пробиотические штаммы обладают различной способностью к формированию биоплёнок. Наиболее выраженную адгезивную активность продемонстрировали штаммы Cch 5.3.7 и Cch 5.2.3, что подтверждается более высокими значениями OD₅₉₀ через 24 и 48 часов культивирования. Штаммы Gch 5.2.1 и KAN EI 4 образуют биоплёнку менее интенсивно. Полученные данные указывают на потенциал штаммов с высокой биопленкообразующей способностью для более эффективной колонизации кишечного эпителия, что может способствовать повышению их функциональной активности и конкурентоспособности в микробиоценозе кишечника.

3.2.2.6 Переносимость желчи

Переносимость солей желчных кислот является одним из ключевых критериев при оценке пробиотического потенциала штаммов молочнокислых бактерий. Устойчивость к желчи позволяет пробиотическим микроорганизмам преодолевать стрессовые условия желудочно-кишечного тракта и сохранять жизнеспособность в процессе пищеварения [145].

В рамках данного исследования изучалась динамика оптической плотности (OD₆₀₀) после 30-часовой инкубации штаммов при концентрациях желчи 0,3%, 0,5% и 1%. При концентрации 0,3% штамм KAN EI 4 демонстрировал незначительное увеличение OD₆₀₀ - от 0,179 до 0,190, что свидетельствует о крайне слабом росте в присутствии желчных солей даже в минимальной концентрации. При 0,5% желчи уровень OD₆₀₀ оставался практически неизменным (0,170–0,174), что указывает на выраженную

чувствительность штамма к данному стрессовому фактору. Однако при повышении концентрации до 1% наблюдалось повышение оптической плотности до 0,208, что может свидетельствовать о запуске адаптационных механизмов и восстановлении роста после первоначального угнетения. Таким образом, штамм KAN EI 4, несмотря на начальную чувствительность к желчи, способен к частичной адаптации при более продолжительном инкубационном периоде. В условиях 0,3% желчи штамм Gch 5.2.1 демонстрировал небольшой, но устойчивый рост: OD600 увеличилась с 0,179 до 0,189. При концентрации 0,5% желчи наблюдался значительный рост - от 0,207 до 0,462, что указывает на хорошую переносимость и возможность активного клеточного деления. При концентрации 1% желчи прирост OD600 был умеренным (до 0,321), однако сохранялся на достаточно высоком уровне, что свидетельствует о способности штамма сохранять жизнеспособность в условиях выраженного стрессового воздействия. Следовательно, штамм Gch 5.2.1 демонстрирует хорошую толерантность к средним и высоким концентрациям солей желчных кислот.

Штаммы Sch 5.3.6, Sch 5.2.3, Sch 5.3.7 проявили значительно более высокие показатели роста по сравнению с KAN EI 4 и Gch 5.2.1. Так, при концентрации 0,3% желчи штамм Sch 5.2.3 достиг максимальных значений OD600 - до 1,718, что свидетельствует о выраженной устойчивости и высокой метаболической активности. Остальные представители данной группы также показали стабильный и интенсивный рост (Sch 5.3.6 - до 0,346; Sch 5.3.7 - до 0,751). При 0,5% желчи рост сохранялся на высоком уровне (0,36–0,46), а при концентрации 1% - достигал значений более 0,4, что подтверждает их высокую адаптацию к стрессовым условиям. Наилучшие показатели роста в условиях желчи продемонстрировали штаммы группы Sch, которые характеризовались высокой биомассой и устойчивостью на всех тестируемых концентрациях, что подтверждает их пробиотический потенциал.

Эти данные соотносятся с предыдущими исследованиями, в которых штаммы *L. mucosae*, *L. plantarum* и *Lactococcus lactis*, выделенные из козьего молока, также демонстрировали устойчивость к желчи при моделировании желудочно-кишечных условий [146,147].

Согласно литературным данным [148], молочнокислые бактерии из сырого козьего молока показывали уровень выживаемости от 5,21 до 8,23 log КОЕ/мл уже при концентрации желчи менее 1%, что подтверждает чувствительность большинства изолятов к этому стрессовому фактору. Штамм Gch 5.2.1 проявил умеренную устойчивость и хорошие показатели роста при 0,5% и 1% желчи, что делает его потенциальным кандидатом для использования в условиях желудочно-кишечного тракта. Сравнительный анализ полученных данных позволяет сделать вывод о различной степени устойчивости исследуемых штаммов к желчи. Наименее устойчивым оказался штамм KAN EI 4, демонстрировавший минимальные значения OD600 и слабый рост даже при низких концентрациях солей желчных кислот. Однако на более высоком уровне (1%) наблюдалось частичное восстановление роста, что может указывать на запуск адаптационных ответов. Динамика роста бактериальных

штаммов при концентрациях желчи 0,3%, 0,5% и 1% (OD₆₀₀) представлена в виде диаграмм на рисунках 13, 14 и 15 соответственно.

На основании полученных данных можно заключить, что штаммы молочнокислых бактерий обладают разной степенью устойчивости к желчи. KAN EI 4 отличается чувствительностью и требует более длительного времени для адаптации, тогда как Gch 5.2.1 демонстрирует удовлетворительную переносимость. Штаммы Cch 5.3.6, Cch 5.2.3, Cch 5.3.7 являются наилучшими по показателям роста и представляют интерес для дальнейшего изучения в контексте пробиотических свойств.

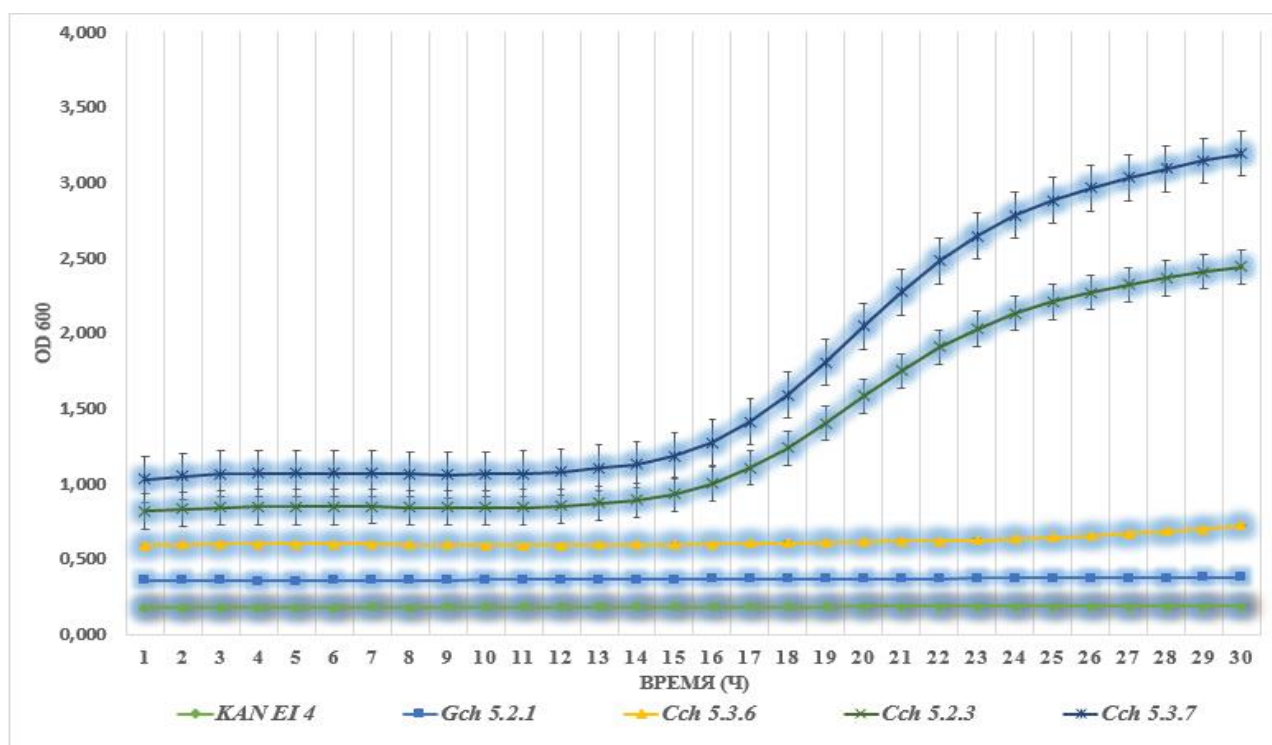


Рисунок 13 – Динамика роста бактериальных штаммов при 0,3% желчи (OD₆₀₀)

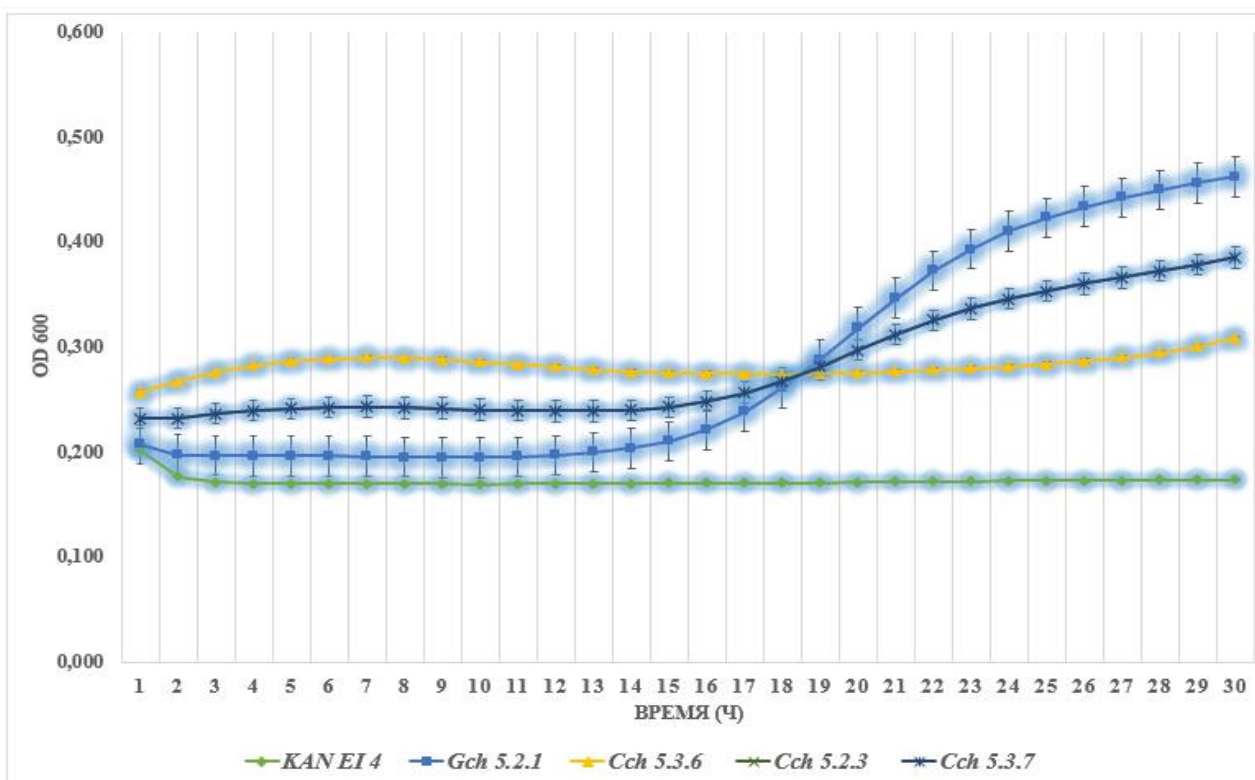


Рисунок 14 – Динамика роста бактериальных штаммов при 0,5% желчи (OD600)

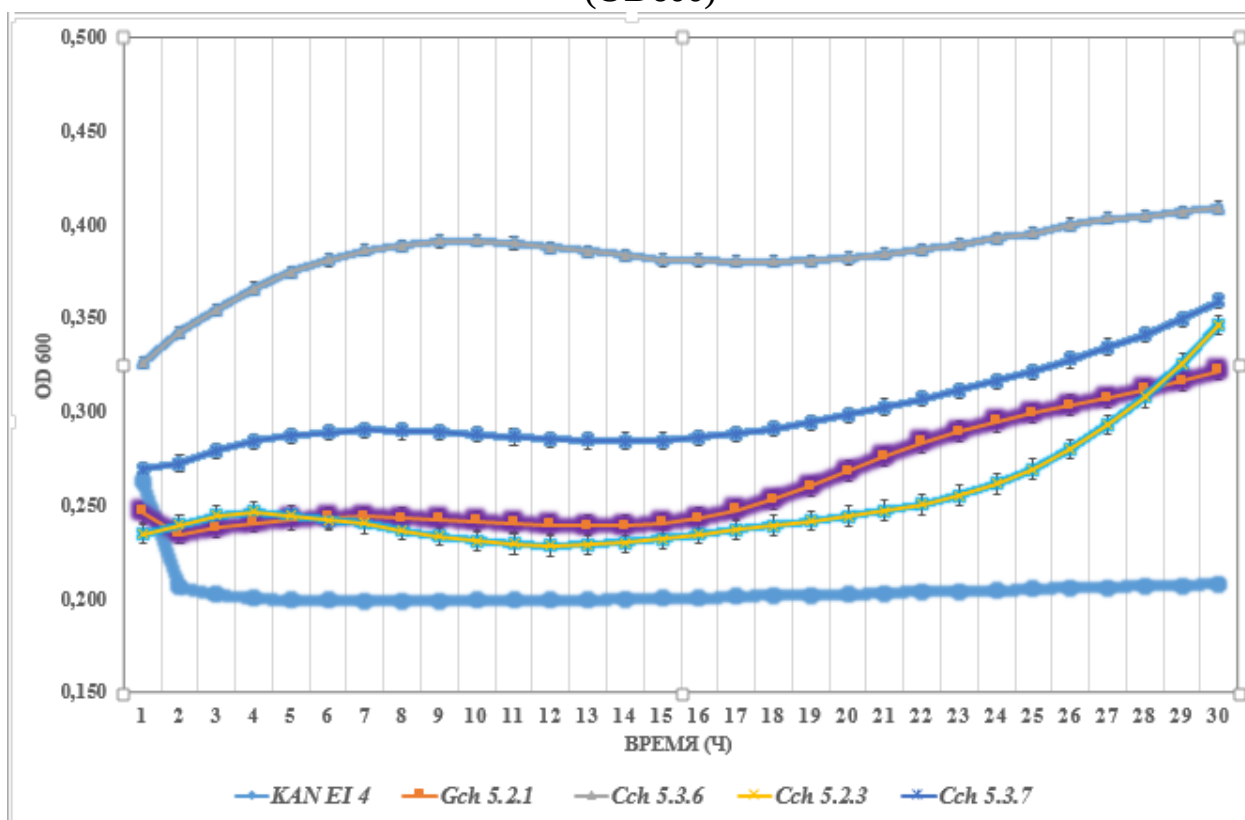


Рисунок 15 - Динамика роста бактериальных штаммов при 1% желчи (OD600)

3.2.2.7 Устойчивость к антибиотикам

Чувствительность к антибиотикам является критически важным параметром для пробиотических штаммов лактобактерий, поскольку эти микроорганизмы широко применяются в пищевой промышленности и процессах ферментации, где они оказывают положительное влияние на здоровье человека. При этом важно сохранять их функциональные свойства, одновременно контролируя развитие устойчивости, что может представлять угрозу как для здоровья человека, так и для безопасности пищевых продуктов [149].

В настоящем исследовании чувствительность к антибиотикам штаммов была определена методом дисковой диффузии, результаты которого приведены в таблице 20. Штаммы показали различный уровень чувствительности к различным антибиотикам. Ампициллин (10 мкг) проявил промежуточный уровень чувствительности (I) к обоим штаммам. В то же время антибиотики эритромицин, хлорамфеникол, линезолид и рифампицин характеризовались высокой чувствительностью (S) с зонами ингибирования от 22 до 37 мм. Напротив, ванкомицин, гентамицин, канамицин и ципрофлоксацин оказались неэффективными, демонстрируя устойчивость (R) к данным штаммам. Аналогичные результаты были получены при исследовании изолятов лактобактерий, выделенных из ливанского козьего молока: 100% устойчивость к канамицину, ванкомицину и спектиномицину, а также 97%-ная резистентность к гентамицину [150].

Полученные данные позволили выделить как наиболее чувствительные, так и устойчивые штаммы, что имеет важное значение при их дальнейшем использовании в пищевой промышленности.

Штамм Gch 5.2.1 показал высокую чувствительность к большинству исследованных антибиотиков, включая эритромицин, тетрациклин, линезолид, рифампицин и хлорамфеникол. При этом наблюдалась промежуточная чувствительность к ампициллину и клиндамицину, тогда как устойчивость была зафиксирована к ванкомицину, гентамицину, канамицину, стрептомицину и ципрофлоксацину. В целом, штамм характеризуется высоким уровнем чувствительности и может считаться перспективным кандидатом для использования в производстве функциональных кисломолочных продуктов с низким риском распространения генов антибиотикорезистентности. Схожие характеристики наблюдаются у штамма Cch 5.2.3 - он также чувствителен к большинству антибиотиков, таких как эритромицин, тетрациклин, линезолид и рифампицин. Умеренная чувствительность была отмечена к ампициллину, клиндамицину и триметоприму, в то время как устойчивость выявлена к ванкомицину, гентамицину и канамицину. По своим свойствам этот штамм сопоставим с Gch 5.2.1 и может быть также рекомендован для безопасного пробиотического применения. Таким образом, по итогам исследования наиболее перспективными штаммами с точки зрения антибиотикочувствительности являются Cch 5.3.7, а также Gch 5.2.1 и Cch 5.2.3. Эти штаммы продемонстрировали высокую чувствительность к большинству антибиотиков и являются безопасными для использования в

качестве пробиотических культур. В то же время, штаммы Cch 5.3.6 и особенно KAN EI 4 проявили выраженную устойчивость, что ограничивает их применение в производстве функциональных продуктов питания.

Если выбирать штаммы для разработки функционального творога с пробиотическими свойствами, целесообразно отдавать предпочтение Cch 5.3.7, Gch 5.2.1 и Cch 5.2.3. Они обладают приемлемым профилем антибиотикочувствительности, что снижает риски распространения антибиотикорезистентных генов и повышает безопасность конечного продукта.

В таблице 20 указаны пробиотические штаммы лактобактерий, которые исследовались на чувствительность к антибиотикам, а также оптимальные температуры их выращивания в процессе проведения тестов. Температура роста важна, потому что эффективность антибиотика и активность бактерий зависят от условий среды.

Таблица 20 - Условия роста для тестов на чувствительность к антибиотикам

Strains	Organism	Temperature
Gch 5.2.1	<i>Lactocaseibacillus paracasei</i>	37°C
Cch 5.2.3	<i>Lactocaseibacillus paracasei</i>	37°C
Cch 5.3.6	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	28°C
Cch 5.3.7	<i>Lactocaseibacillus paracasei</i>	37°C
KAN EI 4	<i>Lactocaseibacillus paracasei</i>	37 °C

В исследовании было проанализировано пять штаммов лактобактерий, выделенных из козьего молока и молочных продуктов: Gch 5.2.1, Cch 5.2.3, Cch 5.3.6, Cch 5.3.7 и KAN EI 4. Тестирование на чувствительность к 15 различным антибиотикам выявило значительные различия в профилях устойчивости и чувствительности среди штаммов. Зоны подавления роста вокруг антибиотиковых дисков визуализируются с помощью диско-диффузионного метода (рисунок 15), а их интерпретация проводится на основе установленных диапазонов диаметров, представленных в таблице 21.

Особое внимание стоит уделить штамму KAN EI 4, который показал более выраженную устойчивость, в частности к пенициллину, ампициллину и ванкомицину. В отличие от него, штаммы Gch 5.2.1 и Cch 5.3.7 продемонстрировали относительно высокую чувствительность к ампициллину и пенициллину, что свидетельствует о различиях в генетических и физиологических особенностях данных штаммов.

Промежуточные значения зон ингибирования (I) были выявлены для ампициллина у большинства штаммов, что говорит о необходимости

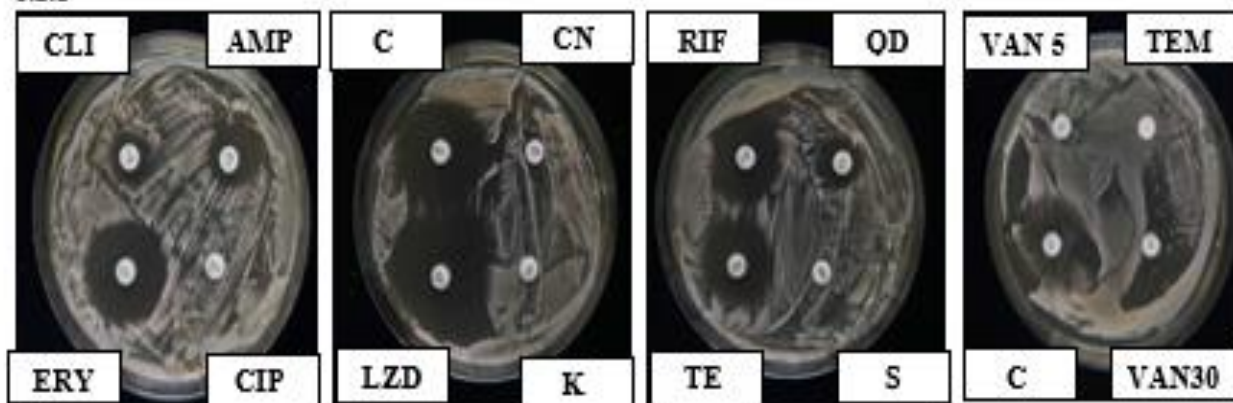
осторожного и контролируемого использования этого антибиотика при потенциальном лечении инфекций, вызванных этими микроорганизмами.

Различия в профилях антибиотикочувствительности важны при выборе пробиотических штаммов для использования в производстве функциональных кисломолочных продуктов, так как устойчивость к некоторым антибиотикам может представлять риск передачи резистентных генов в микробиоту человека. Следовательно, штаммы с высокой чувствительностью к основным антибиотикам предпочтительнее для безопасного использования в пищевой промышленности.

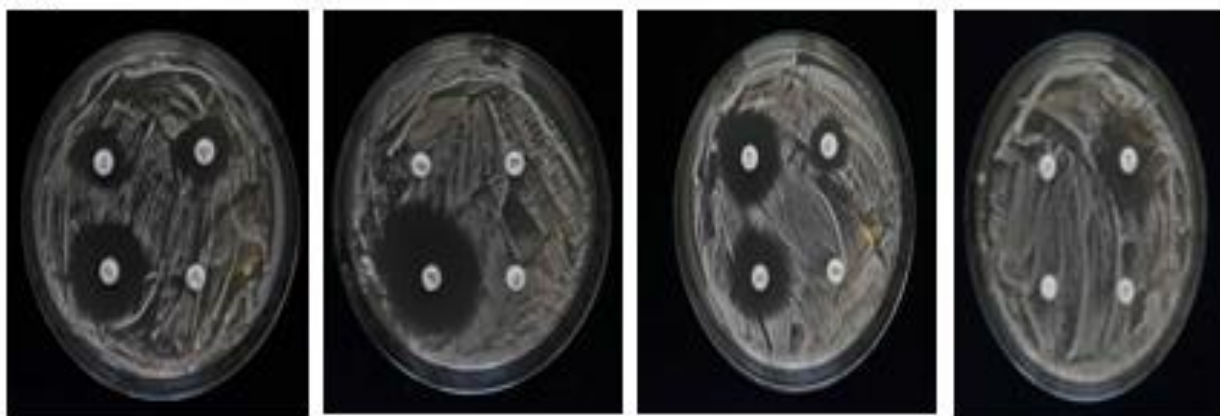
Таблица 21 - Диапазон диаметров зоны диффузии антибиотиковых дисков и интерпретация результатов для антибиотиков

Антибиотики	Сокращение	Dis k (µg)	Gch 5.2.1	Cch 5.3.6	KAN EI 4	Cch 5.2.3	Cch 5.3.7
Ампициллин	AMP	10	18 (I)	17 (I)	16(I)	19(I)	21(S)
Ванкомицин	VAN	5	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)
Ванкомицин	VAN	30	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)
Гентамицин	CN	10	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)
Канамицин	K	30	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)
Стрептомицин	S	10	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)	-(R)
Эритромицин	ERY	15	27 (S)	26 (S)	35(S)	35(S)	38(S)
Клиндамицин	CLI	2	11(I)	17(I)	27(S)	31(S)	35(S)
Тетрациклин	TE	30	22(S)	22(S)	37(S)	39(S)	43(S)
Хлорамфеникол	C	30	28 (S)	-(R)	33(S)	39(S)	42(S)
Триметоприм	TEM	5	-(R)	15(I)	27(S)	34(S)	26(S)
Квинупристин и Дальфопристин	QD	15	14(I)	14(I)	23(S)	24(S)	29(S)
Линезолид	LZD	10	34(S)	37(S)	31(S)	36(S)	39(S)
Ципрофлоксацин	CIP	5	-(R)	-(R)	16(I)	14(I)	14(I)
Рифампицин	RIF	5	24(S)	25(S)	30(S)	32(S)	34(S)

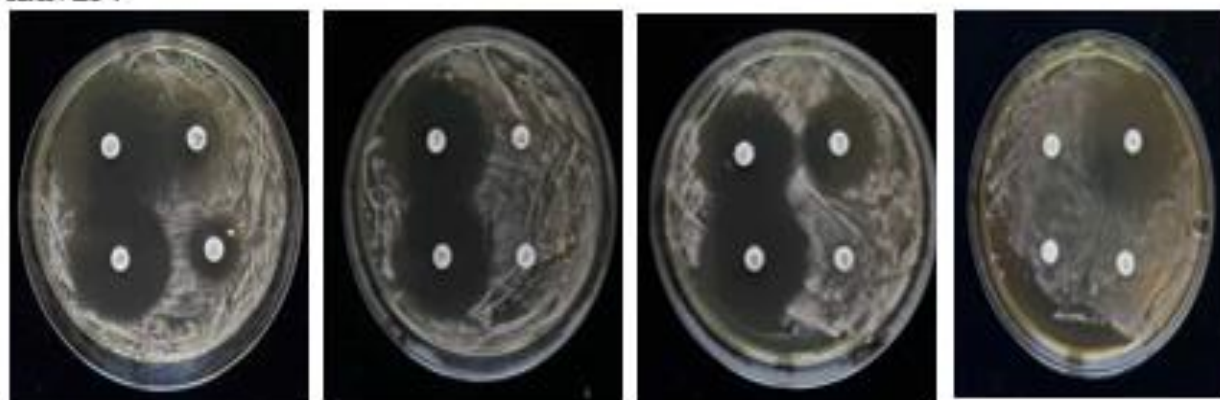
5.2.1



5.3.6



KAN EI 4



5.2.3

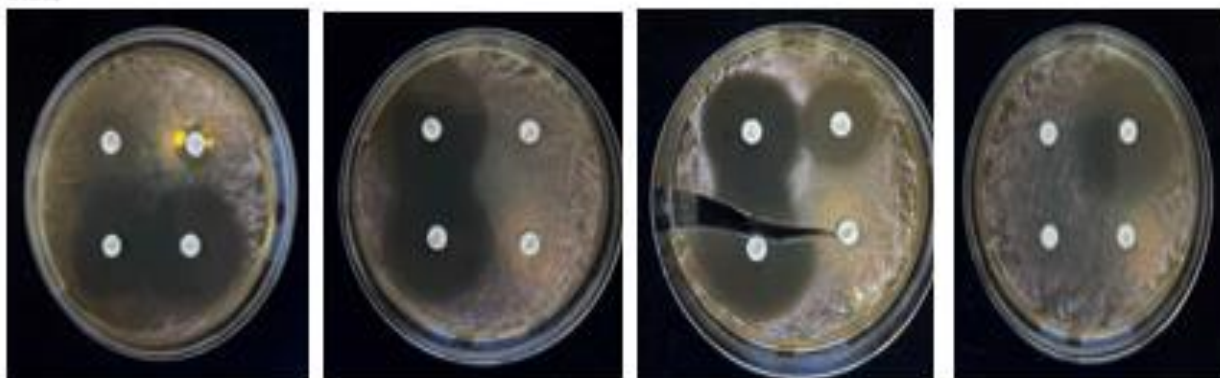


Рисунок 16 - Визуализация зон подавления роста бактериальных штаммов вокруг антибиотиковых дисков (диско-диффузионный метод)

Таким образом, результаты подчеркивают необходимость регулярного мониторинга антибиотикорезистентности среди пробиотических культур, а также тщательного отбора штаммов для производства функциональных продуктов, особенно на основе козьего молока. Это позволит минимизировать возможные риски для здоровья человека и сохранить эффективность антибиотиков при лечении инфекционных заболеваний.

Для подтверждения данных, полученных методом дисковой диффузии, был проведён электронный тест (E-test) с определением минимальной подавляющей концентрации (MIC) антибиотиков, применяемых в отношении штаммов Gch 5.2.1 и KAN EI 4. Результаты представлены в таблице 22 и на рисунках 17 и 18, где визуализированы ингибирующие зоны вокруг пропитанных антибиотиками полосок для соответствующих штаммов. Полученные значения MIC, выраженные в мкг/мл, позволяют более точно оценить уровень устойчивости или чувствительности бактерий к каждому препарату.

Профиль чувствительности, полученный методом дисковой диффузии, подтвердился результатами электронного теста с количественным разведением, который продемонстрировал устойчивость всех исследованных штаммов к канамицину и гентамицину. В таблице 22 приведено распределение минимальных ингибирующих концентраций (MIC) для различных антибиотиков. Штамм Gch 5.2.1 оказался чувствительным к ампициллину (AMP) и линезолиду (LZD), в то время как штамм KAN EI 4 проявил высокую устойчивость, особенно к пенициллину (PEN), ампициллину (AMP) и ванкомицину (VAN). Штамм KAN EI 4 продемонстрировал разнообразный профиль чувствительности, в котором сочетаются как чувствительные, так и устойчивые реакции.

Исследование Grujović и соавторов [151] выявило устойчивость штаммов *Lactocaseibacillus paracasei*, выделенных из сербского козьего сыра, к гентамицину и тетрациклину с помощью микротитрационного анализа.

Различия в устойчивости обусловлены генетической вариабельностью и приобретением генов резистентности, часто благодаря горизонтальному переносу генов, что позволяет лактобактериям адаптироваться к различным условиям окружающей среды. Например, значительное число лактобактерий имеет один или несколько генов, ассоциированных с устойчивостью к тетрациклину [152].

Отклонения в значениях MIC, полученных различными методами, могут объясняться различиями в условиях проведения тестов и методологии.

Таким образом, штамм KAN EI 4, несмотря на то, что ранее рассматривался как более устойчивый, по данным MIC-теста продемонстрировал более благоприятный профиль чувствительности к ампициллину, клиндамицину и тетрациклину, чем Gch 5.2.1. Тем не менее, устойчивость к ванкомицину, гентамицину и канамицину остаётся значительной.

Штамм Gch 5.2.1 - устойчив ко всем протестированным антибиотикам по MIC-тесту. Его использование требует осторожности, особенно в условиях, где

важно исключить передачу генов устойчивости. Штамм KAN EI 4 - продемонстрировал смешанный профиль: высокая устойчивость к ряду антибиотиков, но при этом хорошая чувствительность к ампициллину, клиндамицину и тетрациклину. Этот результат контрастирует с результатами дискового метода, где он считался более устойчивым. Эти различия подчёркивают важность комплексного подхода в оценке антибиотикочувствительности с использованием разных методов (дисковый метод + MIC).

В целом, полученные данные свидетельствуют о том, что, хотя некоторые антибиотики остаются эффективными против штамма KAN EI 4, штамм Gch 5.2.1 демонстрирует значительную устойчивость, что подчеркивает необходимость учета антибиотикочувствительности этих штаммов при их применении в пробиотических продуктах и при оценке безопасности.

Таблица 22 - Профиль чувствительности к антибиотикам и соответствующие минимальные ингибирующие концентрации (мкг/мл), полученные с помощью электронного теста.

Антибиотики	µg/ml	Gch 5.2.1	KAN EI 4
Ампициллин	256-0.016	16 (R)	0.064(S)
Ванкомицин	256-0.016	-(R)	-(R)
Гентамицин	256-0.016	16(R)	32(R)
Канамицин	256-0.016	-(R)	-(R)
Стрептомицин	1024-0.064	-(R)	48(S)
Эритромицин	256-0.016	1.5(R)	1.0(R)
Клиндамицин	256-0.016	3(R)	0.38(S)
Тетрациклин	256-0.016	2(R)	0.38(R)
Хлорамфеникол	256-0.016	1.5(R)	4(R)

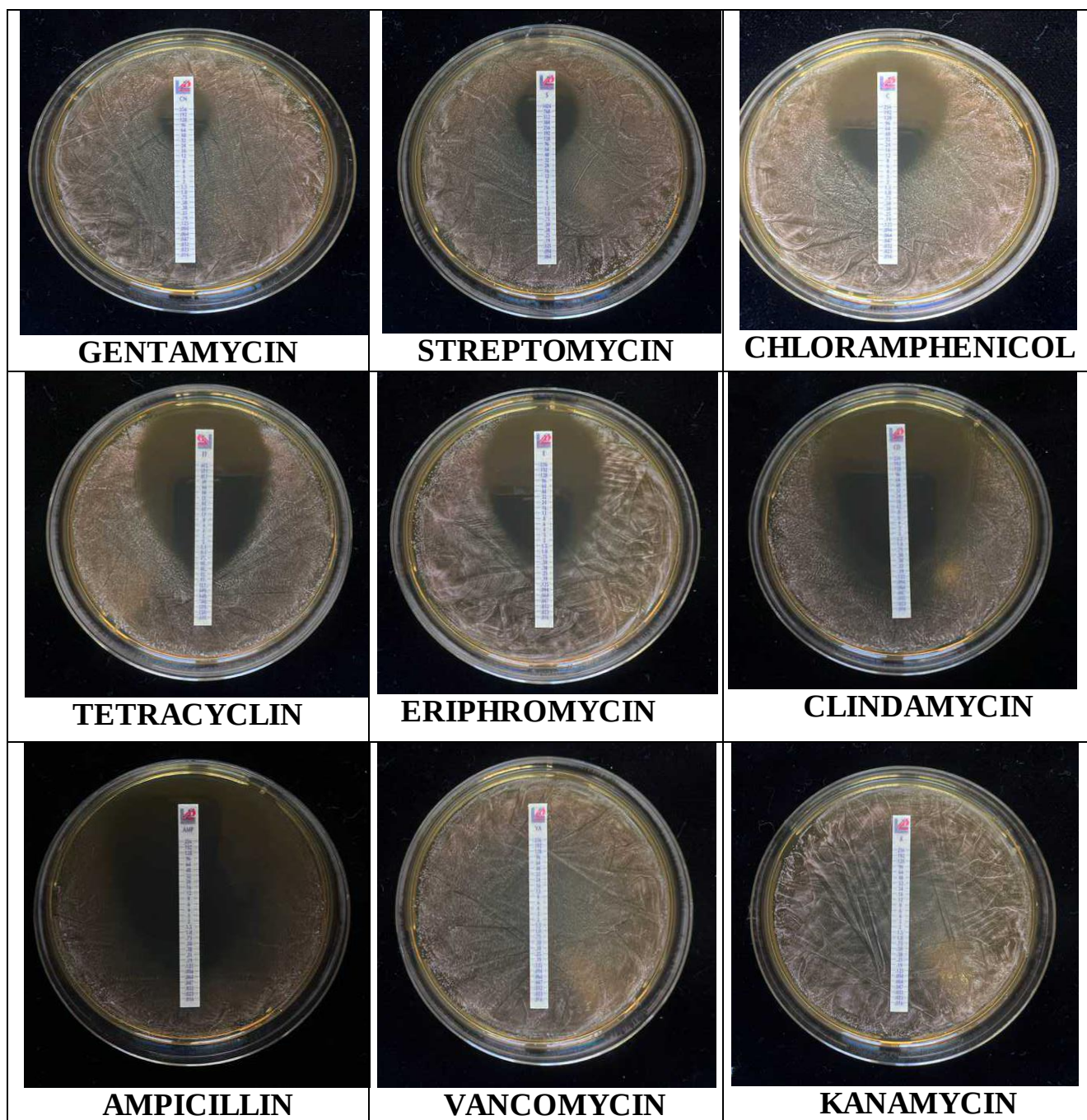


Рисунок 17 – Ингибирующие зоны вокруг пропитанных антибиотиками полосок KAN EI 4

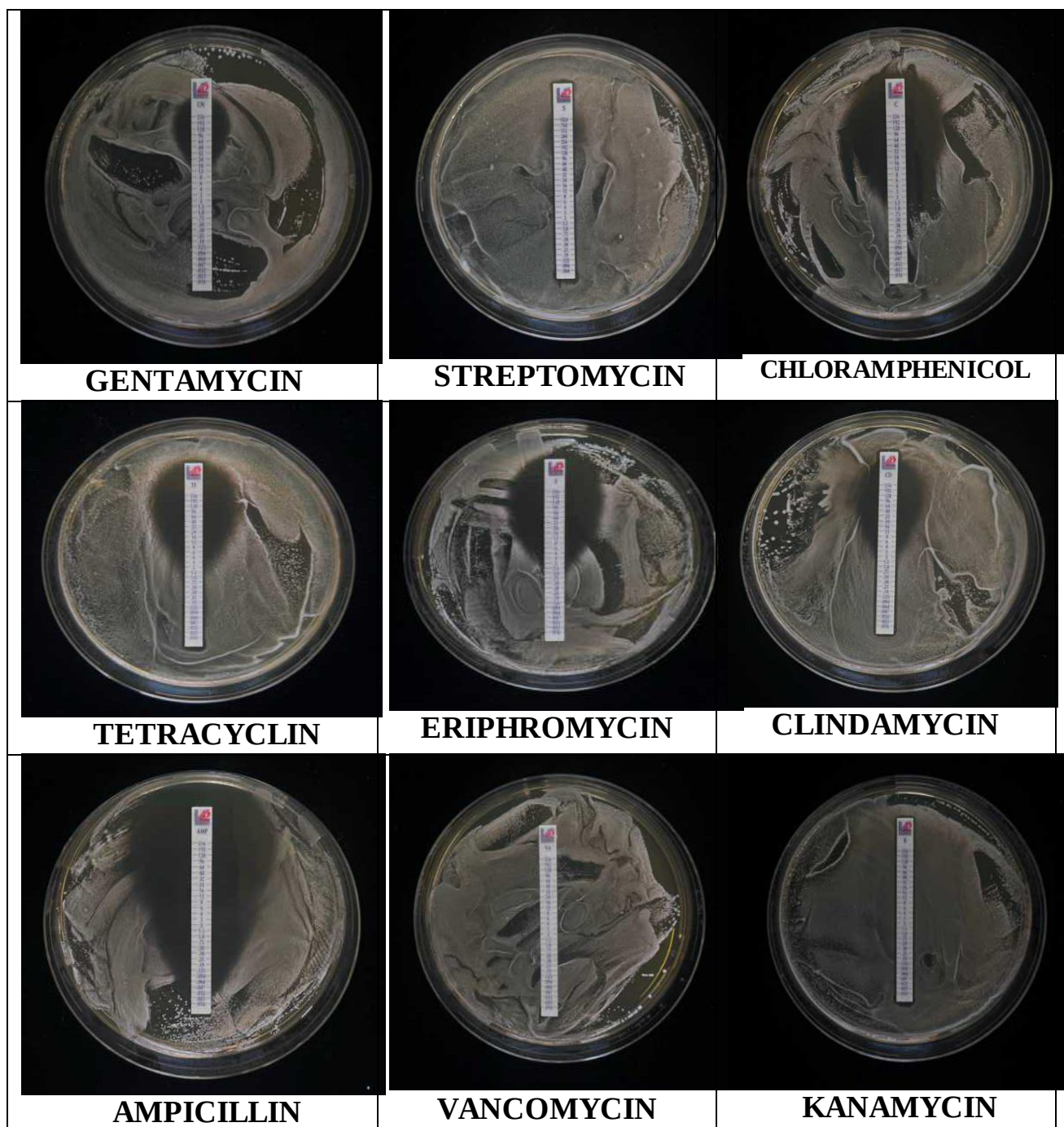


Рисунок 18 - Ингибирующие зоны вокруг пропитанных антибиотиками полосок Gch 5.2.1

Таблица 23 - Микрометрические значения (мкг/мл) различных антибиотиков для тестируемых штаммов

Штаммы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	PEN	AMP	ERY	CLI	LIZ	CMP	TET	T/S	GEN	VAN	TEC	NFT
5.2.1	≤0.5(R)	≤0.25(S)	0.06(S)	-(S)	≤0.5(S)	≤1(S)	≤4(I)	-(S)	-(S)	≥16(R)	≥16(R)	-(S)
Cch 5.3.6	≤0.5(R)	≤0.25(S)	≤4(R)	≤4(R)	≤1(S)	≤2(S)	≤0.5(S)	≤0.06/1.19(I)	≤8(R)	≤0.5(S)	≤0.25(S)	≤32(S)
KAN EI 4	≤8(R)	≤16(R)	≤4(R)	≤1(R)	≤1(S)	≤1(S)	≤8(R)	≤2/38(I)	≤16(R)	≥16(R)	≥16(R)	≤8(S)
Cch 5.2.3	≤2(R)	≤0.5(S)	-(S)	-(S)	≤0.5(S)	≤1(S)	0.25(S)	0.03/0.6(S)	0.25(S)	≥16(R)	≤1(S)	-(S)
Cch 5.3.7	≤1(R)	≤0.25(S)	0.06(S)	-(S)	≤1(S)	≤2(S)	≤4(I)	0.03/0.6(S)	0.25(S)	≥16(R)	≥16(R)	2(S)
S- чувствительный I – умеренно стойкий R -стойкий												

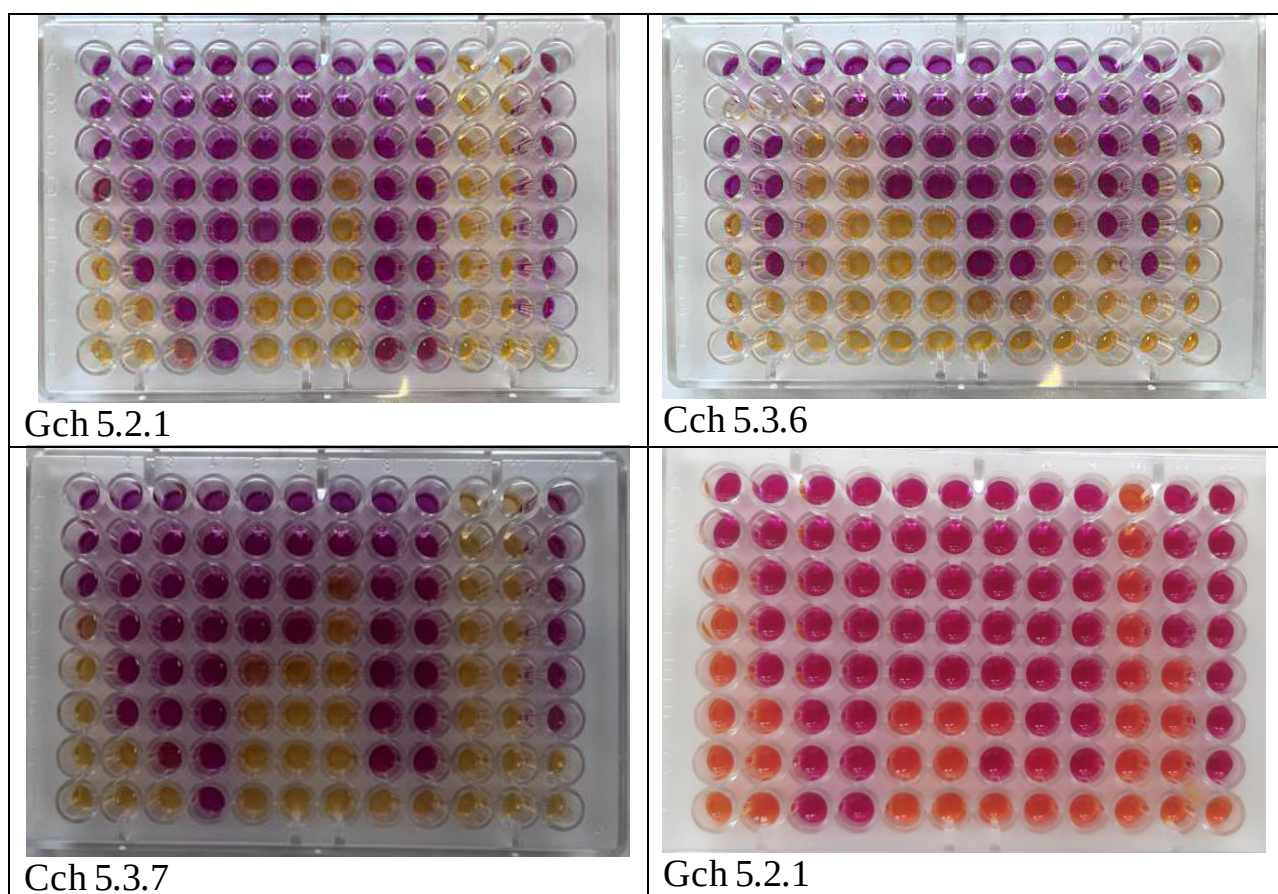


Рисунок 19 – Результаты определения чувствительности штаммов к противомикробным препаратам на панелях MIC G+

В ходе комплексного тестирования методом микробульонной разведения (MIC G+) в соответствии с рекомендациями EFSA, были получены данные по чувствительности пяти лактобациллярных штаммов к 12 антибиотикам, включающим основные классы антимикробных средств. Ниже представлена сравнительная характеристика каждого штамма на основе количественных MIC-значений и сопоставление с результатами, ранее полученными методами дисковой диффузии и Е-теста. Результаты данного теста показаны в таблице 23 и в рисунке 18.

Штамм Gch 5.2.1 проявил чувствительность к ампициллину, эритромицину, линезолиду, хлорамфениколу, триметоприму/сульфаметоксазолу и нитрофурантоину. При этом наблюдалась промежуточная устойчивость к тетрациклину и выраженная устойчивость к пенициллину, ванкомицину и тейкопланину. Данный профиль подтверждает данные, полученные при дисковой диффузии: высокая чувствительность к ампициллину, макролидам и оксазолидинонам, и резистентность к гликопептидам и аминогликозидам. Следует отметить, что чувствительность к ампициллину была подтверждена также методом Е-теста, что повышает достоверность оценки. Штамм демонстрирует хороший профиль чувствительности, за исключением устойчивости к гликопептидам. Может

рассматриваться как перспективный пробиотический кандидат при обязательном мониторинге VAN/ТЕС-резистентности.

Профиль штамма Ссh 5.3.6 характеризуется чувствительностью к ампициллину, линезолиду, тетрациклину, хлорамфениколу, ванкомицину, тейкопланину и нитрофурантоину. Промежуточная устойчивость зафиксирована к Т/S, а стойкость - к пенициллину, эритромицину, клиндамицину и гентамицину.

Ранее полученные результаты Е-теста указывали на устойчивость этого штамма к макролидам и аминогликозидам, что подтверждено МІС-методом. Чувствительность к ванкомицину, зафиксированная в МІС, расходится с результатами дисковой диффузии, где наблюдалась резистентность. Это может быть связано с методологическими различиями или пограничными значениями чувствительности. Штамм умеренно пригоден к использованию, требует дополнительной оценки стабильности его устойчивости, особенно к клиндамицину и аминогликозидам.

KAN EI 4 продемонстрировал множественную устойчивость. Он оказался резистентным к основным β -лактамам (пенициллин, ампициллин), макролидам, линкозамидам, тетрациклину, гентамицину, ванкомицину и тейкопланину. Чувствительность зафиксирована только к линезолиду, хлорамфениколу и нитрофурантоину, с промежуточной чувствительностью к Т/S.

Штамм Ссh 5.2.3 проявил чувствительность ко всем антибиотикам, за исключением устойчивости к пенициллину и ванкомицину. Он оказался чувствительным к ампициллину, макролидам, линкозамидам, тетрациклину, Т/S, гентамицину, тейкопланину и нитрофурантоину. Этот профиль в целом совпадает с результатами дисковой диффузии и Е-теста. Стоит отметить высокую чувствительность к гентамицину, что выделяет штамм среди большинства других изолятов, обычно резистентных к аминогликозидам.

Штамм Ссh 5.2.3 представляет собой перспективный объект для применения в пищевой и биотехнологической отраслях с минимальными рисками передачи резистентности.

Штамм Ссh 5.3.7 проявил чувствительность к ампициллину, эритромицину, линезолиду, хлорамфениколу, Т/S, гентамицину и нитрофурантоину. Промежуточная чувствительность зафиксирована к тетрациклину, устойчивость - к пенициллину, ванкомицину и тейкопланину. Результаты полностью соответствуют профилю дисковой диффузии и Е-теста, где данный штамм характеризовался как один из наиболее чувствительных. Его умеренная чувствительность к тетрациклину может объясняться наличием генов, ассоциированных с природной резистентностью у *Lactobacillus amylovorus*. Штамм Ссh 5.3.7 является оптимальным кандидатом для разработки функциональных пробиотиков, с учетом его высокой чувствительности к ключевым антибиотикам и низкой устойчивости.

Культуры пробиотических микроорганизмов играют ключевую роль в обеспечении здоровья человека, укрепляя иммунную систему, способствуя синтезу витаминов и поддержанию баланса кишечной микрофлоры. Несмотря на это, в Казахстане остается недостаточно изученной область выделения и характеристики штаммов молочнокислых бактерий, особенно из продуктов козьего происхождения, таких как козье молоко и творог [153].

Целью настоящего исследования было выделение перспективных пробиотических штаммов МКБ с высоким пробиотическим потенциалом из образцов козьего молока и козьего творога, а также оценка их пригодности для использования при производстве ферментированных продуктов.

В результате были отобраны два штамма - Gch 5.2.1 и KAN EI 4, полученные соответственно из козьего творога и козьего молока. Молекулярно-генетический анализ 16S рПНК подтвердил принадлежность штамма Gch 5.2.1 к виду *Lactocaseibacillus paracasei*, а штамма KAN EI 4 - к представителям рода *Lactobacillus spp.*

Кроме того, штамм Gch 5.2.1 продемонстрировал превосходные ферментативные способности, более потенциал адгезии на 20% и большее образование биопленки по сравнению с KAN EI 4, что делает его более благоприятным для разработки молочных продуктов. Он демонстрировал устойчивую коагуляционную способность работать с патогенными штаммами, что указывает на его потенциальную роль в повышении безопасности пищевых продуктов.

Штамм Gch 5.2.1 показал чувствительность ко многим антибиотикам и более универсальный профиль ферментации углеводов, что указывает на его метаболическую гибкость. и наоборот, штамм KAN EI 4 обладал заметной гидрофобностью и коагрегацией. способности, но проявили более высокую устойчивость к некоторым антибиотикам. В целом, штамм Gch 5.2.1 рекомендуется для дальнейшего использования в пищевой промышленности благодаря своим полезным свойствам, которые соответствуют требованиям, предъявляемым к рецептурам пробиотиков и ферментации молочных продуктов.

Штамм Gch 5.2.1 продемонстрировал ряд пробиотически значимых свойств, которые делают его перспективным кандидатом для применения в пищевой промышленности. В частности, данный штамм обладает выраженными ферментативными способностями, что свидетельствует о его способности эффективно участвовать в процессах молочнокислого брожения. Одним из важных показателей является высокий уровень клеточной адгезии - у Gch 5.2.1 этот показатель оказался на 20% выше по сравнению со штаммом KAN EI 4, что указывает на его потенциал к колонизации слизистой оболочки кишечника.

Кроме того, штамм характеризуется усиленной способностью к образованию биоплёнок, что дополнительно повышает его устойчивость и эффективность в кишечной среде. Способность к коагрегации с патогенными микроорганизмами также была выражена, что предполагает его возможную

роль в ингибировании патогенной микрофлоры за счёт конкурентного вытеснения.

Штамм Gch 5.2.1 также обладает широким спектром метаболизма углеводов, что говорит о его метаболической гибкости и способности адаптироваться к различным субстратам в составе пищевого продукта. Антибиотикочувствительный профиль штамма показал высокую чувствительность к большинству тестируемых антибиотиков, за исключением гликопептидов (ванкомицин и тейкопланин), что важно с точки зрения оценки безопасности его использования.

Совокупность указанных характеристик позволяет охарактеризовать Gch 5.2.1 как наиболее перспективный штамм среди исследуемых. Его высокая коагрегационная активность с патогенами дополнительно подчёркивает его потенциальную способность участвовать в формировании защитного барьера кишечной микрофлоры, способствуя предотвращению колонизации патогенных бактерий.

В отличие от него, штамм KAN EI 4 проявил более умеренные ферментативные способности и ограниченный метаболизм углеводов, что может сужать возможности его использования в ферментированных продуктах. Однако он характеризуется высокой гидрофобностью клеточной поверхности, что может повышать его способность к адгезии.

Оба штамма обладают пробиотическим потенциалом, однако Gch 5.2.1 имеет наиболее благоприятный профиль, сочетающий высокую ферментативную активность, адгезивные и коагрегационные свойства, метаболическую гибкость и чувствительность к антибиотикам.

Полученные различия в профилях коагрегации и образования биоплёнки между штаммами открывают перспективы для создания таргетированных пробиотических формул, направленных на модуляцию микробиоты кишечника и подавление патогенной флоры.

Таким образом, штамм Gch 5.2.1 и KAN EI 4 рекомендуются для дальнейшего применения в пищевой и биотехнологической промышленности как высокоэффективные пробиотики, соответствующий критериям безопасности и функциональности. Они обладают потенциалом для использования в производстве ферментированных продуктов, включая йогурты и биокефиры, с улучшенными свойствами по защите кишечной микробиоты.

3.2.3 Идентификации пробиотических штаммов молочнокислых бактерий с использованием современных методик

Ферментационный тест на углеводы с использованием системы API 50 CHL является современным и достоверным методом идентификации молочнокислых бактерий на уровне вида и штамма. Он позволяет оценить способность микроорганизмов метаболизировать широкий спектр углеводов, что является важным критерием микробиологической классификации и функциональной характеристики штаммов [154].

В ходе исследований выявлено, что штаммы Gch 5.2.1, Sch 5.2.3, Sch 5.3.6, Sch 5.3.7 и KAN EI 4 проявляют различную ферментативную активность, что отражает их метаболическое разнообразие и адаптацию к молочной среде. Штамм Gch 5.2.1 продемонстрировал наибольшую способность к ферментации широкого спектра углеводов, что делает его перспективным кандидатом для технологических процессов переработки молока и создания пробиотических продуктов [155]. Другие штаммы проявили избирательный ферментативный потенциал, что может быть обусловлено генетическими особенностями и экологической адаптацией к среде козьего молока. Результаты, полученного в ходе идентификации микроорганизма с использованием тест-системы API 50 CHL, представлен на рисунке 19.

Результаты API-тестирования подтверждают идентификацию штаммов на уровне вида и штамма и предоставляют информацию о функциональных возможностях культур, что важно для их дальнейшего использования в производстве диетических и функциональных кисломолочных продуктов.

По данным MALDI-TOF MS, Gch 5.2.1 демонстрирует высокую степень идентификации с *Lactobacillus plantarum* (score: 2,17–2,28), что подтверждает надёжность определения. API 50 CHL показал принадлежность к *Lactobacillus pentosus* с вероятностью 72,7–86,1%, указывая на близость этих видов. Секвенирование 16S рРНК выявило 76% идентичности с *L. paracasei*, что подтверждает его принадлежность к комплексу *L. plantarum*–*L. pentosus*–*L. paracasei*.

Несмотря на небольшие расхождения между методами, штамм Gch 5.2.1 стабильно определяется как представитель вышеуказанного комплекса. Его надёжная идентификация в сочетании с высокой метаболической активностью делает его перспективным пробиотиком для молочной промышленности.

Штамм Sch 5.2.3 - MALDI-TOF MS дал ненадёжные результаты (score < 2,0), но в некоторых случаях штамм определялся как *Lactobacillus gallinarum* (макс. score: 1,803). API 50 CHL показал идентификацию как *L. plantarum* (88,3%) и *L. paracasei* (79,9%). Идентификация Sch 5.2.3 остаётся неоднозначной, но предполагает его принадлежность к роду *Lactobacillus*. Вариативность результатов может быть связана с филогенетической близостью видов или ограничениями применяемых методов.

Штамм Sch 5.3.6 по MALDI-TOF MS штамм определялся как *L. gallinarum* (score до 1,919) (таблица 24). API 50 CHL показал высокую степень идентификации с *L. plantarum* (94,2%) и *L. paracasei* (98%). Как и в случае с Sch 5.2.3, наблюдается рассогласование результатов. Возможно присутствие

промежуточного или близкородственного вида. Необходимы дополнительные исследования методом секвенирования 16S рРНК или полногеномного анализа.

KAN EI 4, вероятно, представляет собой ранее неописанный или нетипичный штамм рода *Lactobacillus*, недостаточно охваченный существующими базами данных. Его идентификация остаётся неопределённой. Несмотря на низкий прикладной потенциал, он представляет интерес для дальнейших генетических и таксономических исследований. По MALDI-TOF MS наивысшие значения получены для *L. ultunensis* (до 2,117), а также *L. helveticus* и *L. acidophilus*. API 50 CHL показал идентификацию как *L. curvatus* (66,1%) и *Leuconostoc lactis* (98,1%), что может указывать на смешанную микробную популяцию. Секвенирование 16S рРНК дало 77% сходства с *Lactobacillus* sp. S18anm, не позволяя установить точную видовую принадлежность.

Таблица 24 - Результаты классификации с помощью биотипера Bruker Daltonik MALDI

Штаммы	Организм (лучшее совпадение)	Score Value	Организм (второе лучшее совпадение)	Показатель Величина
Gch 5.2.1	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2,206	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2,103
Gch 5.2.1	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2,264	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2,183
Gch 5.2.1	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2,179	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2,13
Gch 5.2.1	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2,282	<i>Lactobacillus plantarum</i>	2,172
Cch 5.2.3	<i>not reliable identification</i>	1,679	<i>not reliable identification</i>	1,648
Cch 5.2.3	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	1,78	<i>not reliable identification</i>	1,692
Cch 5.2.3	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	1,803	<i>not reliable identification</i>	1,692
Cch 5.2.3	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	1,742	<i>not reliable identification</i>	1,687
Cch 5.3.6	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	1,867	<i>not reliable identification</i>	1,674
Cch 5.3.6	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	1,919	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	1,87
Cch 5.3.6	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	1,899	<i>Lactobacillus amylovorus</i>	1,764
Cch 5.3.6	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	1,896	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	1,843
Cch 5.3.7	<i>Lactobacillus amylovorus</i>	1,849	<i>Lactobacillus helveticus</i>	1,801
Cch 5.3.7	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	1,866	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	1,85
Cch 5.3.7	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	1,867	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	1,836
Cch 5.3.7	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	1,987	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1,862
KAN EI 4	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	1,887	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1,881
KAN EI 4	<i>Lactobacillus helveticus</i>	1,957	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	1,953
KAN EI 4	<i>Lactobacillus helveticus</i>	1,891	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	1,871
KAN EI 4	<i>Lactobacillus ultunensis</i>	2,117	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1,99

Нуклеотидные последовательности отобранных штаммов, полученные методом секвенирования 16S рРНК приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А.

Филогенетическое положение изучаемых штаммов было определено на основе анализа гена 16S рРНК. Построенные деревья (рисунки 20–24) демонстрируют степень родства между изолятами и близкородственными таксонами.

Филогенетический анализ на основе гена 16S рРНК показал, что штамм *Lacticaseibacillus paracasei* Cch 5.2.3 кластеризуется в составе вида *L. paracasei*, образуя отдельную ветвь совместно с штаммом ML21 (bootstrap 67%), тогда как референс-штаммы формируют высоко поддерживанный кластер (bootstrap 93–95%). Эти данные указывают на принадлежность Cch 5.2.3 к виду *L. paracasei* и возможную внутривидовую дивергенцию, что может отражать его уникальные генетические особенности. Для уточнения филогенетического положения планируется проведение мультилокусного анализа последовательностей (MLSA) и расчёта показателей ANI/dDDH. Bootstrap-поддержка указана в процентах (1000 реплик).

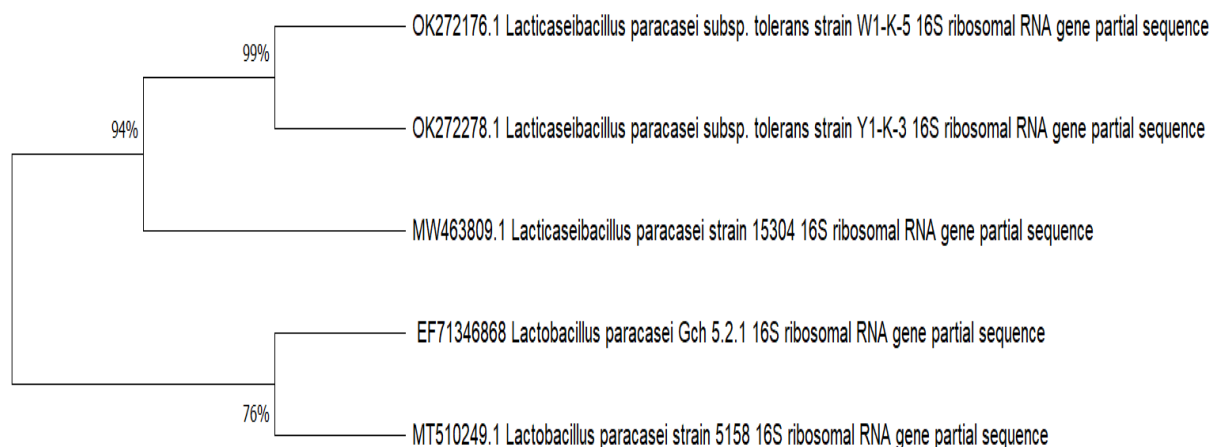


Рисунок 20 – Филогенетическое дерево штамма Gch 5.2.1 на основе частичных последовательностей гена 16S рРНК, построенное с использованием метода соседних связей (Neighbor-Joining).

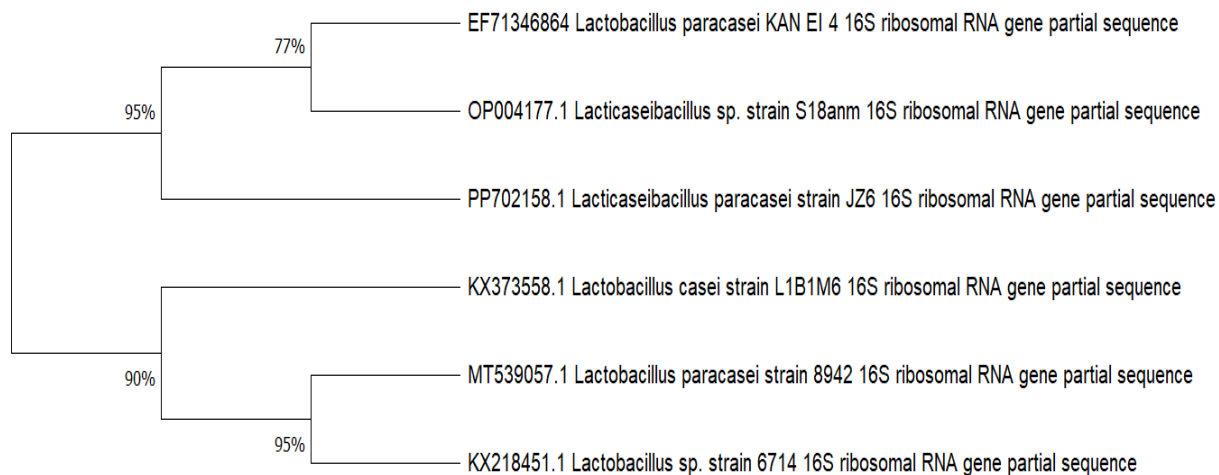


Рисунок 21 – Филогенетическое дерево штамма KAN EI 4 на основе частичных последовательностей гена 16S рРНК, построенное с использованием метода соседних связей (Neighbor-Joining).

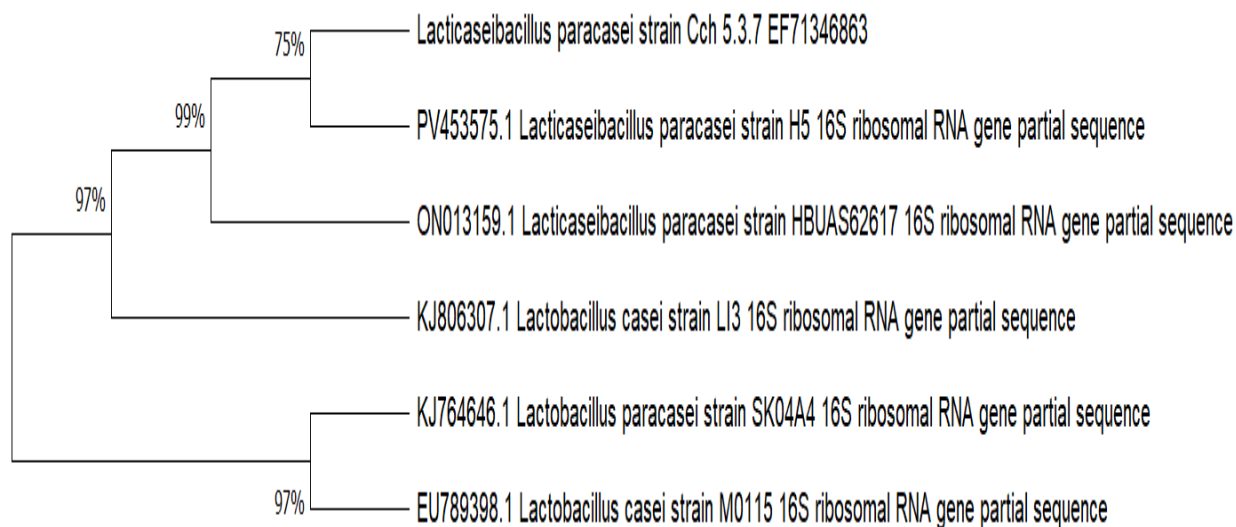


Рисунок 22 – Филогенетическое дерево штамма Cch 5.3.7 на основе частичных последовательностей гена 16S рРНК, построенное с использованием метода соседних связей (Neighbor-Joining).



Рисунок 23 – Филогенетическое дерево штамма Cch 5.3.6 на основе частичных последовательностей гена 16S рРНК, построенное с использованием метода соседних связей (Neighbor-Joining).

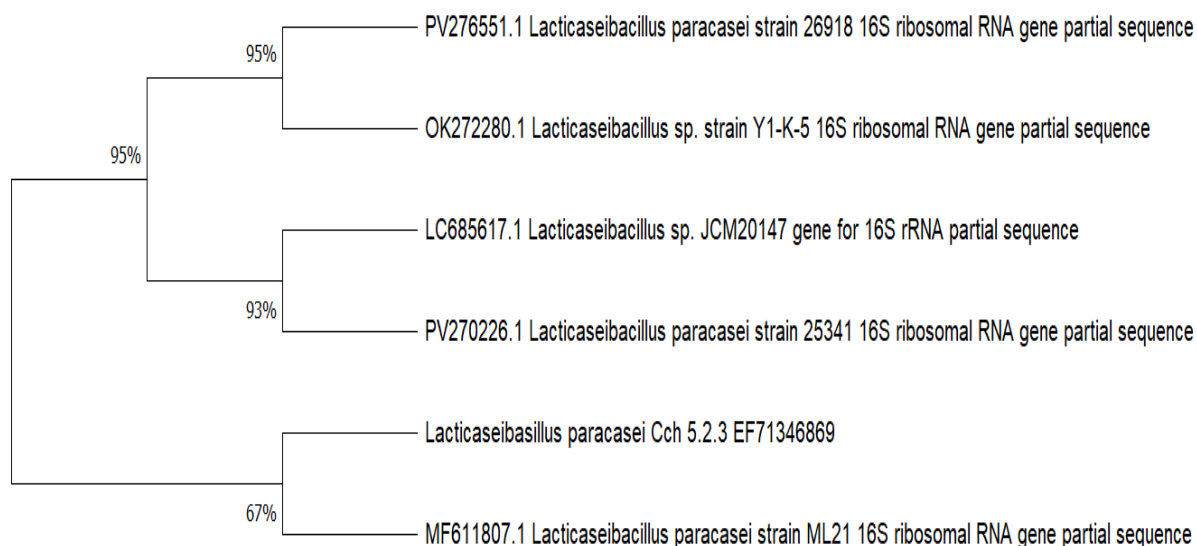


Рисунок 24 – Филогенетическое дерево штамма Cch 5.2.3 на основе частичных последовательностей гена 16S рРНК, построенное с использованием метода соседних связей (Neighbor-Joining).

Таблица 25 – Результаты идентификации с использованием MALDI-TOF/MS, биохимического теста API 50CHL и 16S rRNA секвенирования

№	Штаммы	API 50 CHL	MALDI TOF	16sRNA секвенирование
1	Gch 5.2.1	<i>Lb.pentosus</i> 72,7% <i>Lb.pentosus</i> 86,1%	<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>
2	Cch 5.2.3	<i>Lb.plantarum</i> 88,3% <i>Lb.paracasei</i> 79,9%	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>
3	Cch 5.3.6	<i>Lb.plantarum</i> 94,2% <i>Lb.paracasei</i> 98%	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>
4	Cch 5.3.7	<i>Lb.plantarum</i> 99,7% <i>Lb.brevis</i> 55,3%	<i>Lactobacillus amylovorus</i> <i>Lactobacillus ultunensis</i>	<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>
5	KAN EI 4	<i>Lb.curvatus</i> 66,1% <i>Leuconostoc lactis</i> 98,1%	<i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Lactobacillus ultunensis</i>	<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>

MALDI-TOF/MS и API 50 CHL дают разнообразные идентификации с частичным перекрытием, часто различаются по родам и видам *Lactobacillus*. 16S секвенирование даёт более точную и однозначную идентификацию, консолидируя штаммы в *Lacticaseibacillus paracasei* и *Lactiplantibacillus plantarum*, что соответствует наиболее вероятным и современным классификациям (ПРИЛОЖЕНИЕ Б).

Таким образом, 16S секвенирование является более точным методом идентификации по сравнению с MALDI-TOF и API 50 CHL.

3.3 Получение творога на основе коровьего и козьего молока по традиционной технологии

Для производства творога из коровьего и козьего молока особое внимание уделяется: сохранению органолептических свойств и биохимической активности; предотвращению развития патогенных микроорганизмов; обеспечению стабильности физико-химического состава, что особенно важно для получения продукта с желаемыми технологическими и вкусовыми характеристиками [156-158].

Приемка молока включает в себя несколько важных этапов. Во-первых, проводится органолептическая оценка, которая охватывает анализ запаха, вкуса, цвета и внешнего вида молока. Молоко при этом должно быть без посторонних запахов и примесей, иметь естественный цвет и однородную консистенцию. Во-вторых, проверяются физико-химические показатели, такие как плотность, титруемая кислотность, содержание жира и белка. Эти параметры служат индикаторами свежести и питательной ценности молока. В-третьих, оцениваются микробиологические показатели, включая подсчет общего числа микробов, выявление патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, что отражает санитарное состояние молока и здоровье животных. Наконец, проводится определение наличия антибиотиков и других химических веществ с помощью специальных тест-систем, что необходимо для исключения попадания в молоко запрещённых веществ и обеспечения безопасности конечного продукта.

Приемка молока осуществляется при температуре не выше +10 °С, а для козьего молока - желательно при более низкой температуре, учитывая его склонность к быстрому изменению качества.

Сразу после доения молоко необходимо быстро охладить до температуры +4...+6 °С, что значительно замедляет рост микрофлоры и сохраняет свежесть и качество сырья. Охлаждение особенно важно для козьего молока, так как оно содержит высокоактивные ферменты и более подвержено микробиологическим изменениям.

Для охлаждения применяются специальные молочные охладители (танки), обеспечивающие равномерное снижение температуры. Молоко в емкости постоянно перемешивается, что предотвращает оседание жира и образование сливочного слоя [159-163].

Промежуточное хранение молока осуществляется в стерильных охладительных резервуарах при температуре +4...+6 °С не более 24 часов, что соответствует нормативам по санитарии и качеству. В течение этого времени необходимо контролировать температуру и предотвращать контакт молока с посторонними веществами и микроорганизмами.

Подогрев молока до температуры 65 °С способствует денатурации белков и уничтожению патогенных микроорганизмов, что повышает безопасность и качество конечного продукта. Этот этап особенно важен при производстве творога из козьего молока, учитывая его особенности. После подогрева молоко необходимо быстро охладить до температуры 4–6 °С, что замедляет активность молочнокислых бактерий и предотвращает излишнюю кислотность.

Охлаждение также способствует улучшению текстуры и вкуса творога [160]. Самоквашивание молока при температуре 20–28°C в течение 24 часов позволяет развить желаемую кислотность и улучшить текстуру будущего творога. Этот процесс способствует образованию сгустка и улучшению органолептических свойств продукта. Подогрев сгустка до температуры 40–45°C в течение 30–60 минут способствует улучшению отделения сыворотки и формированию нужной консистенции творога. Этот этап важен для достижения желаемой текстуры и влажности конечного продукта.

Розлив сгустка в мешочки позволяет отделить сыворотку и формировать творог в нужной упаковке. Этот этап способствует улучшению текстуры и консистенции творога.

Отцеживание сгустка в течение 4–8 часов способствует удалению лишней сыворотки и формированию нужной консистенции творога. Этот процесс влияет на влажность и текстуру конечного продукта.

Самопрессование творога способствует улучшению его текстуры и консистенции. Этот этап позволяет достичь желаемой плотности и влажности продукта. Расфасовка и упаковка творога осуществляются в стерильных условиях с использованием соответствующих материалов, что обеспечивает сохранность продукта и его соответствие санитарным требованиям [164–169].

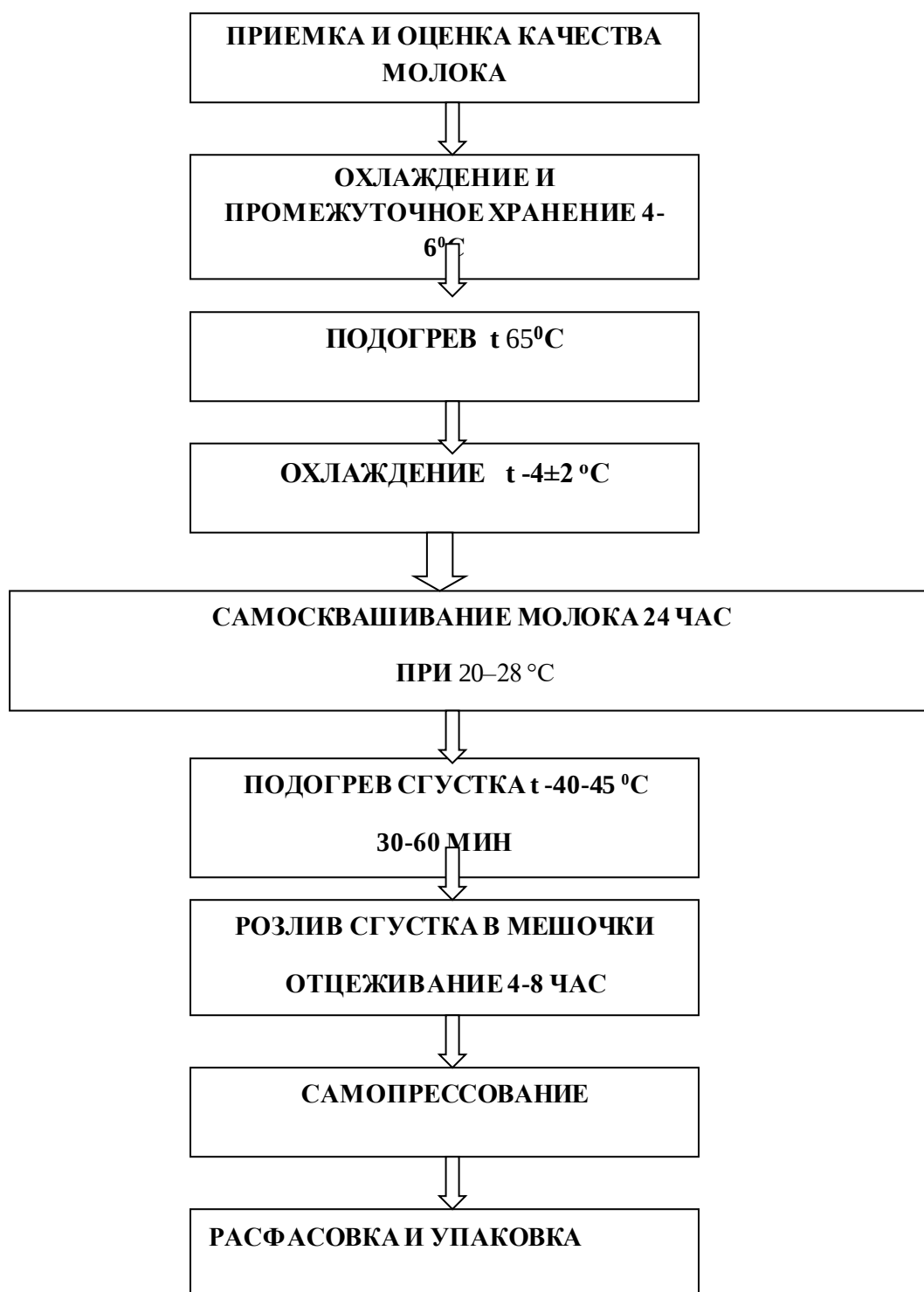


Рисунок 25 - Технологическая схема выработки творога обычным способом

3.4 Изучение органолептических и физико-химических свойств и сравнительная оценка традиционных творогов на основе коровьего и козьего молока

Органолептические характеристики образцов творога, полученных традиционным способом из коровьего и козьего молока представлены в таблице 26. Оценка проводилась по следующим параметрам: консистенция и внешний вид, вкус и запах, цвет.

Таблица 26 - Результаты определения органолептических показателей исследуемых проб творога

Исследуемые пробы творога	Наименование показателей и характеристика		
	Консистенция и внешний вид	Вкус и запах	Цвет
Творог, полученный традиционным способом на основе коровьего молока	Однородная, нежная, среднезернистая,	Чистый выраженный кисломолочный запах и вкус, без постороннего вкуса и запаха	Молочно- белый по всей масса.
Творог, полученный традиционным способом на основе козьего молока	Однородная, нежная, мелкозернистая, мажущаяся.	Чистый выраженный кисломолочный запах и вкус характерен для козьего молока, без постороннего вкуса и запаха	Молочно- белый по всей масса.

Физико-химические исследования разработанных образцов творога проводились в условиях аккредитованной лаборатории Научно-исследовательского института пищевой безопасности АО «АТУ». Оценка физико-химических и органолептических характеристик творога позволяет объективно определить его питательную ценность и возможное применение в диетическом и функциональном питании. В таблицах 27 и 28 представлены результаты анализа творожных образцов, изготовленных на основе коровьего (табл. 27) и козьего молока (табл. 28) (Приложение В и Г).

Массовая доля белка в козьем твороге составляет 21,07 %, в коровьем - 27,44 %. Аналогично, при содержании жира в 9,86% (против 13,07% в коровьем твороге), жировые глобулы козьего молока мельче, а жир легче усваивается, что особенно важно для детей, пожилых людей и людей с нарушениями ЖКТ.

Калорийность козьего творога ниже - 164,81 ккал, по сравнению с 211,64 ккал у коровьего, что делает его более подходящим для диетического и функционального питания.

Содержание углеводов у козьего творога немного выше - 2,84% против 2,32%, что не оказывает существенного влияния на его пищевую ценность.

Микронутриентный состав исследовался только для козьего творога.

Анализ содержания витаминов и минеральных элементов проводился для творога на основе козьего молока. Он показал следующие результаты по содержанию минералов: калий составил 643,08 мг на 100 граммов продукта, кальций - 615,18 мг на 100 граммов, а фосфор - 374,69 мг на 100 граммов. Эти значения свидетельствуют о высокой минерализации продукта, что играет важную роль в поддержании здоровья костной системы. Кроме того, такой уровень минералов способствует профилактике остеопороза и обеспечивает нормальное функционирование сердечно-сосудистой и нервной систем.

Таблица 27 - Физико-химические свойства творога на основе коровьего молока

Наименование показателей, единицы измерения	Фактические результаты	НД на методы испытаний
1	2	3
Физико-химические показатели: - массовая доля белка, % - массовая доля жира, % -массовая доля углеводов, %	27,44 13,07 2,32	ГОСТ 34454-2018 ГОСТ 5867-90 Перманганатометрический метод
Энергетическая ценность, ккал	211,64	М-04-41-2005

Таблица 28 - Физико-химические свойства творога на основе козьего молока

Наименование показателей, единицы измерения	Фактические результаты	НД на методы испытаний
1	2	3
Физико-химические показатели: - массовая доля белка, % - массовая доля жира, % -массовая доля углеводов, %	21,07 9,86 2,84	ГОСТ 34454-2018 ГОСТ 5867-90 Перманганатометрический метод
Энергетическая ценность, ккал	164,81	
Витамин: - водорастворимые, мг/100 г	Приложение №1	М-04-41-2005
Минеральные элементы, мг/100 г: -калий -кальций -фосфор	643,08±4,32 615,18±3,38 374,69±2,25	ГОСТ ISO 8070/IDF119-2014 ГОСТ ISO 8070/IDF119-2014 ГОСТ Р 51473-99

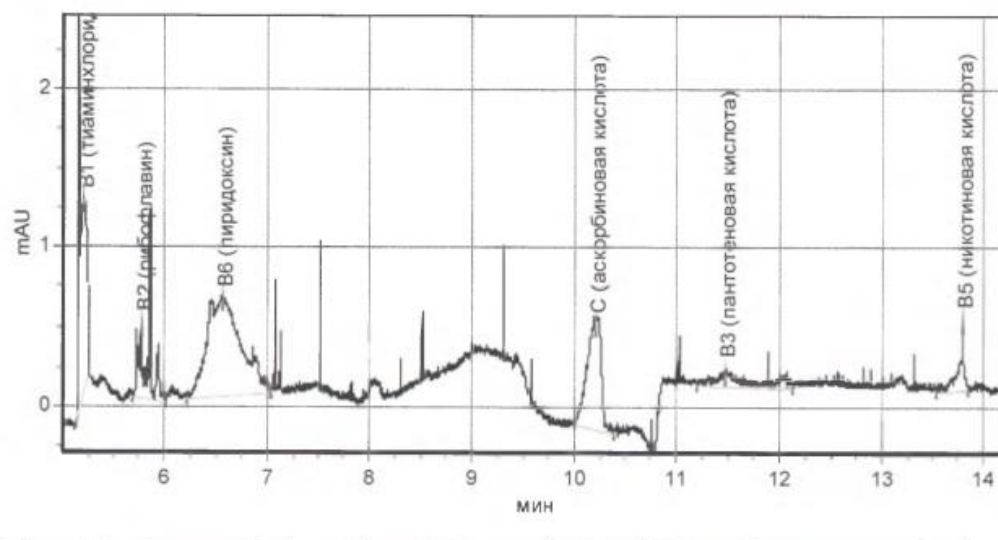


Рисунок 26 - Анализ содержания водорастворимых витаминов в творога на основе козьего молока (Конц.,мг/100г)

Анализ содержания водорастворимых витаминов в образце творога (рисунок 26) был выполнен методом капиллярного электрофореза с использованием абсолютной градуировки. Условия анализа включали температуру 30,0 °С и длину волны 200 нм. Электрофорез проводился при напряжении 25 кВ и давлении от 0 до 50 мбар.

Таблица 29 - Результаты анализа содержания водорастворимых витаминов в образце творога методом капиллярного электрофореза

N	Время	Компонент	Высота	Начало	Конец	Площадь	Конц.,мг/л	Конц.,мг/100г
1	5.217	B1 (тиаминхлорид)	1.243	5.147	5.273	70.03	0.027	0.27±0.054
2	5.775	B2 (рибофлавин)	0.493	5.687	6.012	39.4	0.012	0.12±0.050
3	6.562	B6 (пиридоксин)	0.643	6.215	7.048	146.3	0.033	0.33±0.066
4	10.198	C (аскорбиновая кислота)	0.680	9.998	10.392	69.04	0.13	1.30±0.44
5	11.47	B3 (пантотеновая кислота)	0.103	11.195	12.130	25.49	0.019	5 0.19±0.038
6	13.795	B5 (никотиновая кислота)	0.464	13.538	13.847	15.76	0.0031	0.031±0.006

Анализ подтвердил, что в образце творога содержится широкий спектр водорастворимых витаминов, включая витамины группы В и витамин С. Особенно важно отметить:

- Высокое содержание витамина С (1.30 мг/100 г), что нетипично для молочных продуктов и может быть связано с особенностями технологии.
- Витамины В1, В2, В6 и пантотеновая кислота также присутствуют в биологически значимых количествах, обеспечивая функциональную ценность продукта.
- Низкое, но детектируемое количество никотиновой кислоты (В5), что подтверждает её наличие даже в небольших количествах.

Таким образом, данный творожный продукт может рассматриваться не только как источник белка и минералов, но и как поставщик важных витаминов, что делает его перспективным для диетического и профилактического питания [170].

3.5 Разработка различных заквасок на основе пробиотических штаммов МКБ для рационального использования в производстве творога из козьего молока

С учётом биосовместимости компонентов и адаптированности к продуктам козьего происхождения, нами были отобраны и изучены штаммы молочнокислых бактерий, выделенные из образцов козьего молока и козьего творога. Среди них наиболее перспективными оказались:

Gch 5.2.1 - штамм, выделенный из козьего творога. По данным 16S рРНК - близок к *Lacticaseibacillus paracasei* (76% идентичности). Относится к комплексу *L. plantarum*–*L. pentosus*–*L. paracasei*, обладает высокой метаболической гибкостью и выраженными пробиотическими свойствами.

KAN EI 4 - штамм, выделенный из козьего молока. Обладает менее определённой таксономической принадлежностью. По результатам 16S рРНК - 77% сходства с *Lactobacillus sp. S18anm*, что может свидетельствовать о его принадлежности к ранее неописанным видам рода *Lactobacillus*.

Для получения вязкопластичного, функционального творога были сформированы три консорциума заквасочных культур, включающие как собственные, так и коммерческие штаммы. Это позволило сочетать адаптационные свойства местных бактерий с технологическими преимуществами стандартных заквасок.

Ниже приведена полная характеристика коммерческих штаммов *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-8М, *Bifidobacterium crudilactis* 7-2С, *Bifidobacterium crudilactis* 7-6С.

Lactococcus lactis subsp. lactis 7-8М - выделен из верблюжьего молока (ПРИЛОЖЕНИЕ И). Клетки грамположительные, неподвижные, крупные, расположены поодиночке или парами, имеют форму кокков с выпуклыми краями. На агаре образуют белые, гладкие, глянцевые колонии диаметром 3–4 мм, вязкой консистенции, не образующие пигмента. В жидкой питательной среде наблюдается кисломолочный запах, помутнение бульона и осадок белого цвета. На питательной среде МРС-1 также отмечается кисломолочный запах и

помутнение с образованием белого осадка. Штамм сбраживает целлобиозу, рибозу, ксилозу, фруктозу, галактозу, глюкозу, лактозу, мальтозу, маннозу, салицин, маннит. Сахарозу, сорбит и раффинозу не расщепляет. Образует молочную кислоту. Подвергает гидролизу аргинин. Минимальная температура роста - 10 °С, оптимальная - 28–32 °С. В молоке наблюдается рост при 15 °С, 40 °С, 45 °С. Может расти в молоке с добавлением 0,4% фенола, однако не переносит нагревание при 60 °С в течение 30 минут. Молоко свертывается через 7–8 часов, образуется однородная масса. Предельная кислотность - до 1020 Т.

Оптимальное значение pH - 5,5–5,8, но рост возможен в диапазоне pH 3,0–8,3. Продолжительность культивирования - 48 часов. Штамм факультативно анаэробен. Максимальная жизнеспособность составляет $2,9 \times 10^8$ КОЕ/мл. Сохраняет жизнеспособность (10^4 КОЕ/мл) при воздействии кислоты и желчи. Растёт в среде с 6% NaCl, 8% фенола, 30% желчи. Метиленовый синий (0,1%) восстанавливает. Образует аммиак из аргинина, не продуцирует диацетил. Антагонистическая активность (по методу антагонизма, зона задержки роста, мм):

- *Staphylococcus aureus* - 21 мм
- *E. coli* - 25 мм
- *Salmonella typhimurium* - 20 мм

Bifidobacterium crudilactis 7-2С - выделен из верблюжьего молока. На агаре формирует округлые колонии белого цвета с гладкими краями, диаметром 1–2 мм, мягкой консистенции, выпуклой формы. В жидкой среде наблюдается свежий кисломолочный запах и помутнение с образованием белого осадка. Сбраживает галактозу, глюкозу, фруктозу, раффинозу, туранозу, мальтозу, лактозу, сахарозу, рибозу. Не расщепляет ксилозу, целлобиозу и маннозу. Оптимальная температура роста - 25–45 °С. pH оптимум - 7,0, возможен рост до pH 8,3. Время культивирования 48 часов. Микроаэрофильный. В молоке рост не наблюдается при 40–45 °С. Умеренный рост зафиксирован при добавлении 0,4% фенола. Не переносит нагревание при 60 °С в течение 30 минут. Среднее время сквашивания молока 8–12 часов. Предельная кислотность до 1250 Т. Максимальная жизнеспособность составляет $4,8 \times 10^6$ КОЕ/мл. Сохраняет жизнеспособность (10^4 КОЕ/мл) при воздействии кислоты и желчи. Устойчив к 2–6% NaCl, сохраняет активность (10^5 КОЕ/мл) в присутствии 20% желчи.

Bifidobacterium crudilactis 7-6С - внешне схож с предыдущим штаммом. В питательной среде - кисломолочный запах, выпадает белый осадок. Сбраживает ксилозу, галактозу, глюкозу, фруктозу, раффинозу, маннозу, туранозу, мальтозу, лактозу, сахарозу, целлобиозу. Образует молочную кислоту, гидролизует казеин. Оптимальная температура роста составляет 30–40 °С. Оптимум pH - 7,0, возможен рост до pH 8,3. Микроаэрофильный. В молоке при 45 °С рост не наблюдается. Умеренный рост при добавлении 0,4% фенола. Не переносит нагрев при 60 °С в течение 30 минут. Сквашивает молоко за 8–12 часов. Кислотность достигается до 1300 Т. Максимальная жизнеспособность - $2,6 \times 10^8$ КОЕ/мл. Сохраняет жизнеспособность при воздействии кислот и желчи

(10^4 КОЕ/мл). Устойчив к 2-6% NaCl, сохраняет активность (10^5 КОЕ/мл) при 20% желчи.

Для разработки вязкопластичного, функционального мягкого творога были сформированы три заквасочных консорциума, включающие как выделенные, так и коммерчески доступные пробиотические штаммы. Это позволило объединить адаптационные свойства местных изолятов с технологическими характеристиками стандартных культур.

При подборе консорциумов учитывались следующие факторы:

- Низкая кислотопродукция штаммов для получения мягкой структуры творога;
- Биосовместимость компонентов, подтверждённая отсутствием антагонизма в ко-культуре;

Комбинации пробиотических штаммов, использованные в консорциумах, представлены в Таблице 30. Эти сочетания являются перспективными для производства диетических кисломолочных продуктов на основе козьего молока.

- *Lacticaseibacillus paracasei* Gch 5.2.1 + *Lactococcus lactis* 7-8M (1:3) - являются низкокислотопродуцирующими и биосовместимыми; консорциум подобран для получения мягкого творога диетического назначения
- *Lacticaseibacillus paracasei* KAN EI 4 + *Bifidobacterium crudilactis* 7-2C (1:3) - отечественные низкокислотопродуцирующие и биосовместимые штаммы.
- *Lactococcus lactis* 7-8M + *Bifidobacterium crudilactis* 7-6C (1:1) - Биосовместимые штаммы с низкой кислотопродукцией; консорциум предназначен для производства мягких кисломолочных продуктов диетического назначения.

Визуальное представление образцов творога, полученных с использованием трёх консорциумов, приведено на Рисунке 27. Все консорциумы были разработаны с целью создания функционального продукта с улучшенными текстурными свойствами и потенциалом пробиотической активности.

Полученные данные позволяют определить оптимальные комбинации пробиотических культур для производства функционального творога из козьего молока с заданными потребительскими свойствами.

.

Таблица 30 - Комбинации пробиотических штаммов в составе заквасочных консорциумов

Состав консорциума	Соотношение штаммов	Примечание
<i>Lacticasei bacillus subsp. paracasei</i> Gch 5.2.1 + <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-8M (1:3)	1:3	Штаммы являются низкокислотопродуцирующими и биосовместимыми; консорциум подобран для получения мягкого творога диетического назначения
<i>Lacticasei bacillus subsp. paracasei</i> KAN EI 4 + <i>Bifidobacterium crudilactis</i> 7-2 (1:3)	1:3	Отечественные низкокислотопродуцирующие и биосовместимые штаммы, характерные для микробиоты населения РК
<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-1M + <i>Bifidobacterium crudilactis</i> 7-6C (1:1)	1:1	Биосовместимые штаммы с низкой кислотопродукцией; консорциум предназначен для производства мягких кисломолочных продуктов диетического назначения

Примечание: Все штаммы, входящие в состав консорциумов, предварительно проверены на биосовместимость и не проявляют антагонизма в ко-культуре. Сочетания подобраны с учётом низкой кислотопродукции и адаптированности к микрофлоре населения Республики Казахстан, что делает их перспективными для получения мягких кисломолочных продуктов диетического назначения.

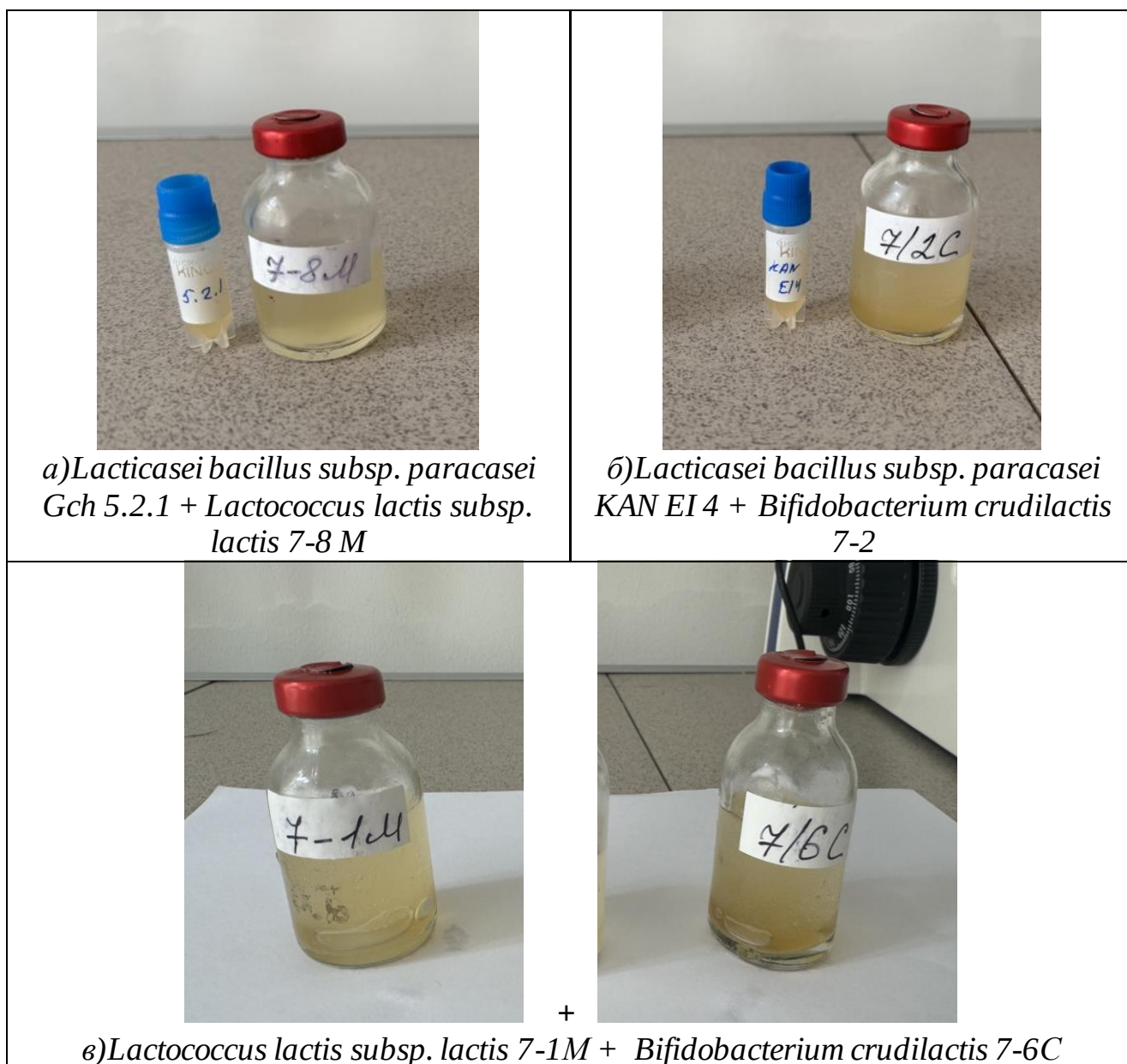


Рисунок 27 - Три консорциума заквасочных культур сформированные для получения вязкопластичного, функционального творога (а,б,в)

При подборе консорциумов учитывались важные критерии: низкая кислотопродукция штаммов для формирования мягкой структуры творога, биосовместимость компонентов, подтверждённая отсутствием антагонизма в ко-культурах, а также адаптация к микробиоте населения Республики Казахстан. Все выбранные сочетания штаммов обладают высоким потенциалом для производства диетических кисломолочных продуктов с функциональными свойствами.

Проведённый анализ позволил определить оптимальные комбинации пробиотических культур, обеспечивающих требуемые потребительские характеристики и пробиотическую активность конечного продукта. Формирование консорциумов с участием штаммов Gch 5.2.1, KAN EI 4 и

коммерческих культур *Lactococcus lactis* и *Bifidobacterium crudilactis* подтверждает перспективность использования данных сочетаний в промышленном производстве мягкого творога диетического назначения.

Таким образом, разработанные заквасочные консорциумы обеспечивают получение функционального вязкопластичного творога, способного удовлетворить современные требования к качеству, пищевой безопасности и биологической ценности продуктов на основе козьего молока.

3.6 Оптимизация технологии производства пробиотического творога на основе козьего молока

За последние несколько десятилетий экономическое значение козоводства во всем мире возросло. Молочное козоводство в нашей Республике является небольшим сегментом молочного рынка. Козы обладают многими преимуществами, которые позволяют им поддерживать продуктивность в экстремальных климатических и географических условиях. Среди домашних жвачных животных козы обладают самой высокой способностью эффективно перерабатывать корм в мясо и молоко. Кроме того, продукты из козьего молока считаются молочными продуктами с наибольшим маркетинговым потенциалом. Важно отметить, что ферментированное козье молоко, содержащее живые клетки-пробиотики, представляет собой группу продуктов с большими перспективами в отношении их питательных и лечебных свойств [171-175].

Известно, что для производства кисломолочных продуктов функционального назначения имеет целесообразность применения заквасочных культур молочнокислых и бифидобактерий. В определённых условиях молочнокислые бактерии связывают кислород в растворенной среде, снижают окислительно-восстановительный потенциал и синтезируют факторы роста, за счет чего происходит активация роста и размножения бифидобактерий. Кроме того, активный рост молочнокислых бактерий повышает скорость молочнокислого брожения, что существенно снижает вероятность микробиологических рисков при производстве продуктов [176-179].

В этой связи перед нами была поставлена задача, разработать творог из козьего молока с функциональным свойством. Выше было указано, что козье молоко обладает высокой пищевой ценностью, хорошей усвояемостью, а также гипоаллергенными свойствами по сравнению с коровьим молоком. Его белковый состав приближен к женскому грудному молоку, а содержание β -казеина и более мелких жировых глобул обеспечивает мягкую текстуру и благоприятные органолептические характеристики конечного продукта [180-183].

Процесс заквашивания козьего молока с использованием трёх различных композиционных заквасок, содержащих пробиотические штаммы молочнокислых бактерий, представлен на рисунке 28.

На основе полученных результатов был проведён анализ динамики кислотонакопления, изменения консистенции и времени образования сгустка, что позволило определить оптимальные параметры технологического процесса.

Наглядное изображение готового продукта представлено на рисунке 29. На рисунке показаны три образца творога из козьего молока, произведённые по усовершенствованной технологии с использованием трёх различных заквасочных композиций, а также творог, полученный традиционным способом (обозначены как а, б, в, г соответственно).

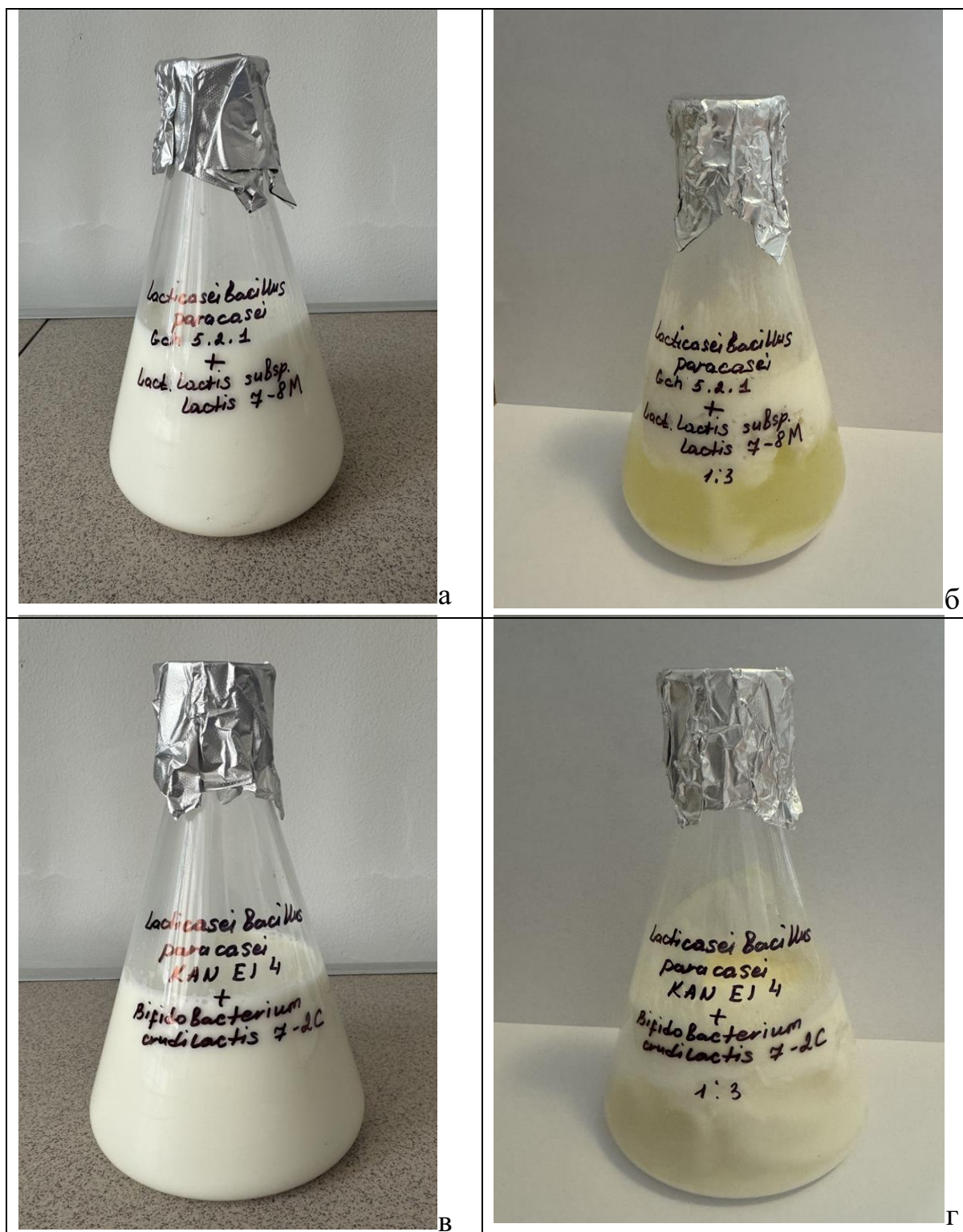




Рисунок 28 - Этапы заквашивания козьего молока заквасками
3 композиции (а,б,в,г,д,ж,з,е)

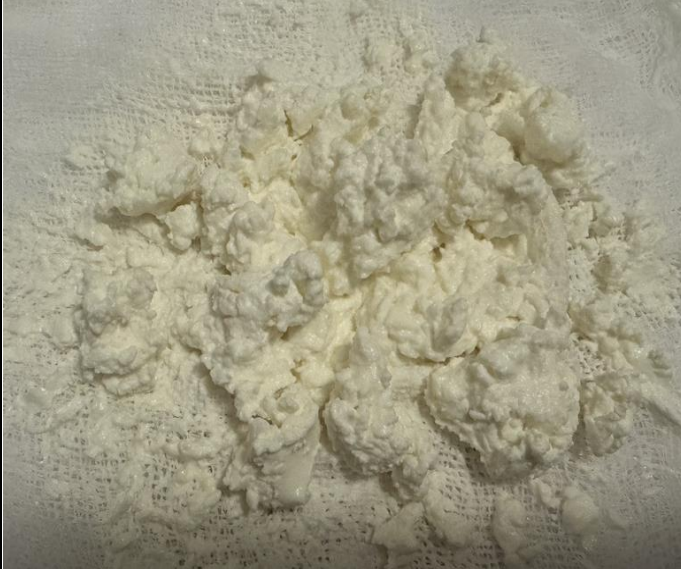
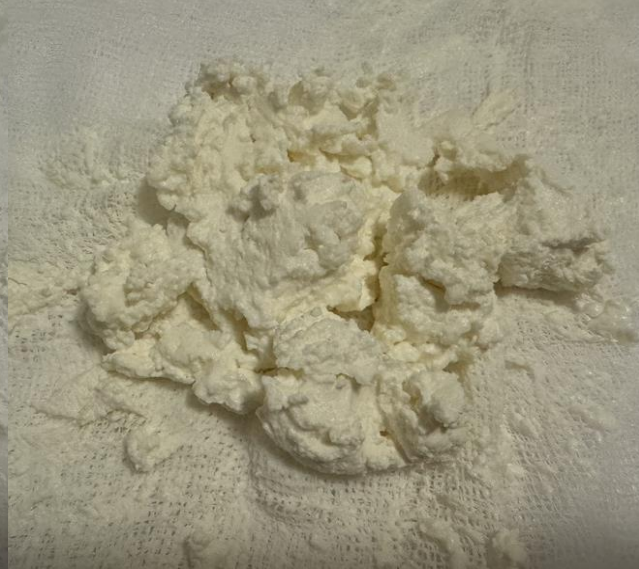
	
а)Творог на основе консорциума <i>Lacticasei bacillus subsp. paracasei</i> Gch 5.2.1 + <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-8 M	б)Творог на основе консорциума Консорциум <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-1M + <i>Bifidobacterium crudilactis</i> 7-6C
	
в)Творог на основе консорциума <i>Lacticasei bacillus subsp. paracasei</i> KAN EI 4 + <i>Bifidobacterium crudilactis</i> 7-2	г)Творог, полученный традиционным способом

Рисунок 29 – Три образца творога из козьего молока, полученные по усовершенствованной технологии с использованием трёх различных заквасочных композиций и творог, полученный традиционным способом (а,б,в,г)

3.7 Органолептические и физико-химические показатели пробиотического творога на основе козьего молока

Для изготовления творога функционального назначения из козьего молока была использована ассоциация следующих культур: *Lacticasei bacillus subsp. paracasei* KAN EI 4, *Lacticasei bacillus subsp. paracasei* Gch 5.2.1, *Bifidobacterium crudilactis* 7-2C, *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-8 M, *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-1M, *C Bifidobacterium crudilactis* 7-6C. Для ферментации козьего молока ассоциация культур была использована в виде культуральной жидкости. Наряду с этим, для сравнительного анализа качественных показателей был использован творог из козьего молока, произведённый традиционным способом, описанный в разделе 3.4.

Каждый штамм, входящий в состав ассоциации, обладает уникальными свойствами, которые соответствуют критериям пробиотической эффективности.

Следующим этапом работы было определение органолептических и физико-химических показателей полученных нами проб творога. Согласно ГОСТ Р 52096-2003 по органолептическим характеристикам творога должен соответствовать требованиям, представленным в таблице 31.

Таблица 31 - Органолептические показатели творога и творожных изделий

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Мягкая, мажущаяся или рассыпчатая с наличием или без ощутимых частиц молочного белка. Для нежирного творога – незначительное выделение сыворотки. Для творожных изделий – однородную, нежную, в меру плотную консистенцию.
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для продукта из восстановленного и рекомбинированного молока с привкусом сухого молока. Для творожных изделий - чистые кисломолочные вкус и запах с явно выраженным вкусом и запахом вносимых добавок.
Цвет	Белый или с кремовым оттенком, равномерный по всей массе. Для творожных изделий - белый с кремовым оттенком или обусловленный вкусовыми добавками (какао, шоколадом) цвет, равномерный во всей массе.

По физико-химическим показателям творог и творожные изделия должны соответствовать нормам, указанным в таблице 32 и 33.

Таблица 32 - Физико-химические показатели творога

Наименование показателя	Норма для творога													
	обезжир	нежирный			классический							жирный		
Массовая доля жира, % не менее	1,8	2,0	3,0	3,8	4,0	5,0	7,0	9,0	12,0	15,0	18,0	19,0	20,0	23,0
Массовая доля белка, % не менее	18,0				16,0				14,0					
Массовая доля влаги, % не менее	80,0	76,0			75,0		73,0		70,0		65,0		60,0	
Кислотность, °Т	170-240		170-230				170-220		170-210				170-200	
Фосфатаза	не допускается													
Температура при выпуске с предприятия, °С	4±2													

Таблица 33 - Физико-химические показатели творожных изделий

Продукт	Массовая доля, %			Кислотность, °Т
	Жиры, не менее	Влаг, не более	Сахарозы, не менее	
Творожная масса «Особая»	23	41	26	160
Творожная масса плодово-ягодная	4,5	68	10	220
Творожная масса соленая	9	72	-	220
Сырki глазированные с ванилином	5	50	26	220
Кремы творожные с наполнителями	5	65	17	160
Ацидофильная паста	8	60	24	200
Ацидофильная столичная плодово-ягодная паста	8	70-76,5	11	190-200
Ацидофильная столичная с лимоном	8	72-78,5	9	190-200
Молочно-белковая паста «Здоровье»	5	81-69	0-15	160-150
Молочно-белковая плодово-ягодная паста	-	75-85	0-13	160

Содержание токсичных элементов, микотоксинов, антибиотиков, пестицидов и радионуклидов в твороге и творожных изделиях не должно превышать допустимых уровней, установленных Техническим регламентом Таможенного Союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

Микробиологические показатели продукции должны соответствовать требованиям ТР ТС 033/2013. В частности, содержание характерной микрофлоры творога и творожных изделий должно соответствовать допустимым уровням и отсутствию посторонней микрофлоры, установленным

в приложениях к ТР ТС 033/2013 в зависимости от категории и срока годности продукта.

Таблица 34 - Результаты определения органолептических показателей исследуемых проб творога

Исследуемые пробы творога	Наименование показателей и характеристика		
	Консистенция и внешний вид	Вкус и запах	Цвет
Творог, полученный традиционным способом (контроль)	Однородная, нежная, мелкозернистая, мажущаяся.	Чистый, выраженный кисломолочный запах и вкус, без постороннего вкуса и запаха	Молочно-белый по всей масса.
Творог на основе консорциума <i>Lacticasei bacillus subsp. paracasei</i> KAN EI 4+ <i>Bifidobacterium crudilactis</i> 7-2C	Однородная, нежная, мелкозернистая, мажущаяся.	Чистый, свойственный кисломолочному продукту, менее выраженный кислый запах и вкус, без постороннего вкуса и запаха	Белый с кремовым оттенком по всей масса.
Творог на основе консорциума <i>Lacticasei bacillus subsp. paracasei</i> Gch 5.2.1 + <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-8 M	Однородная, нежная, мелкозернистая, мажущаяся.	Чистый, имеет ароматный кисломолочный запах и слабокислый, сладковатый вкус, не имеет постороннего вкуса и запаха.	Слегка кремовый равномерный.
Творог на основе консорциума <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-1M + <i>Bifidobacterium crudilactis</i> 7-6C	Однородная, нежная, мелкозернистая, мажущаяся.	Чистый, кисломолочный, свойственный доброкачественному творогу, без постороннего вкуса и запаха	Молочно-белый по всей масса.

Результаты изучения органолептики показали, что все исследуемые пробы соответствовали стандарту. Пробы, полученные на основе заквасочных культур по запаху, имели слабовыраженную кислотность и мягкий вкус без выраженной кислинки по сравнению с контрольной пробой. Надо отметить, что творог, полученный на основе консорциума из *Lacticasei bacillus subsp. paracasei* Gch 5.2.1 + *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-8 M имел более выраженный сладкий привкус и ароматный запах.

Таблица 35 - Результаты определения физико-химических свойств творога из козьего молока, приготовленного на основе консорциума *Lacticasei bacillus subsp. paracasei* KAN EI 4+ *Bifidobacterium crudilactis* 7-2C. 4±2 °C (ПРИЛОЖЕНИЕ Д)

Наименование показателей, единицы измерения	Фактические Результаты	НД на методы испытаний
Физико-химические показатели: -массовая доля белка, % -массовая доля жира, % -массовая доля углеводов, % -массовая доля влаги, % -титруемая кислотность, °T	14,45±0,09 16,33±0,15 2,20±0,01 66,22±0,64 51	ГОСТ 34454-2018 ГОСТ 5867-90 Перманганатометрический метод ГОСТ 3626-73 ГОСТ 3624-92
Энергетическая ценность, ккал	213,02	
Витамин -водорастворимые, мг/100г	Приложение 1	М 04-41-2005
Минеральные элементы мг/100г -фосфор -кальций	208±0,833 151±0,2	ГОСТ 31980-2012 ГОСТ 55331-2012

Таблица 36 - Результаты определения физико-химических свойств творога из козьего молока, приготовленного на основе консорциума *Lacticasei bacillus subsp. paracasei* Gch 5.2.1 ± *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-8 M (ПРИЛОЖЕНИЕ Е)

Наименование показателей, единицы измерения	Фактические Результаты	НД на методы испытаний
Физико-химические показатели: -массовая доля белка, % -массовая доля жира, % -массовая доля углеводов, % -массовая доля влаги, % -титруемая кислотность, °T	14,38±0,11 21,09±0,23 3,04±0,03 56,31±0,60 79	ГОСТ 25179-2014 ГОСТ 5867-90 Перманганатометрический метод ГОСТ 3626-73 ГОСТ 3624-92
Энергетическая ценность, ккал	258,73	
Витамин -водорастворимые, мг/100г	Приложение 1	М 04-41-2005
Минеральные элементы мг/100г -фосфор -кальций	211±0,02 169±0,01	ГОСТ 31980-2012 ГОСТ 55331-2012

Таблица 37 - Результаты определения физико-химических свойств творога из козьего молока, приготовленного на основе консорциума *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-1M ± *Bifidobacterium crudilactis* 7-6C (ПРИЛОЖЕНИЕ Ё)

Наименование показателей, единицы измерения	Фактические Результаты	НД на методы испытаний
Физико-химические показатели: -массовая доля белка, % -массовая доля жира, % -массовая доля углеводов, % -массовая доля влаги, % -титруемая кислотность, °T	14,6±0,13 20,80±0,25 2,66±0,04 58,89±0,47 68	ГОСТ 34454-2018 ГОСТ 5867-90 Перманганатометрический метод ГОСТ 3626-73 ГОСТ 3624-92
Энергетическая ценность, ккал	255,57	
Витамин -водорастворимые, мг/100г	Приложение 1	М 04-41-2005
Минеральные элементы мг/100г -фосфор -кальций	214±0,02 155±0,2	ГОСТ 31980-2012 ГОСТ 55331-2012

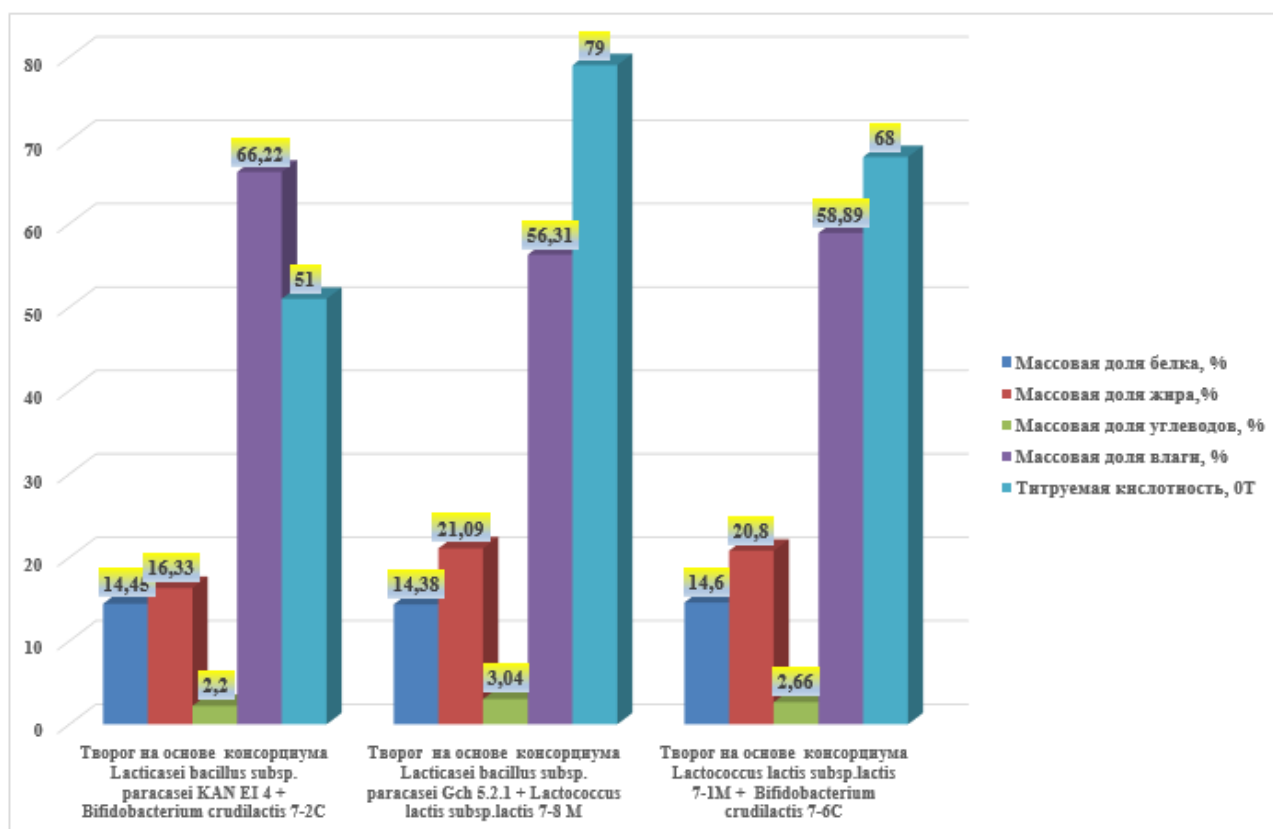


Рисунок 30 - Сравнительная диаграмма физико-химических свойств творога из козьего молока, приготовленного с использованием трёх различных консорциумов заквасочных культур

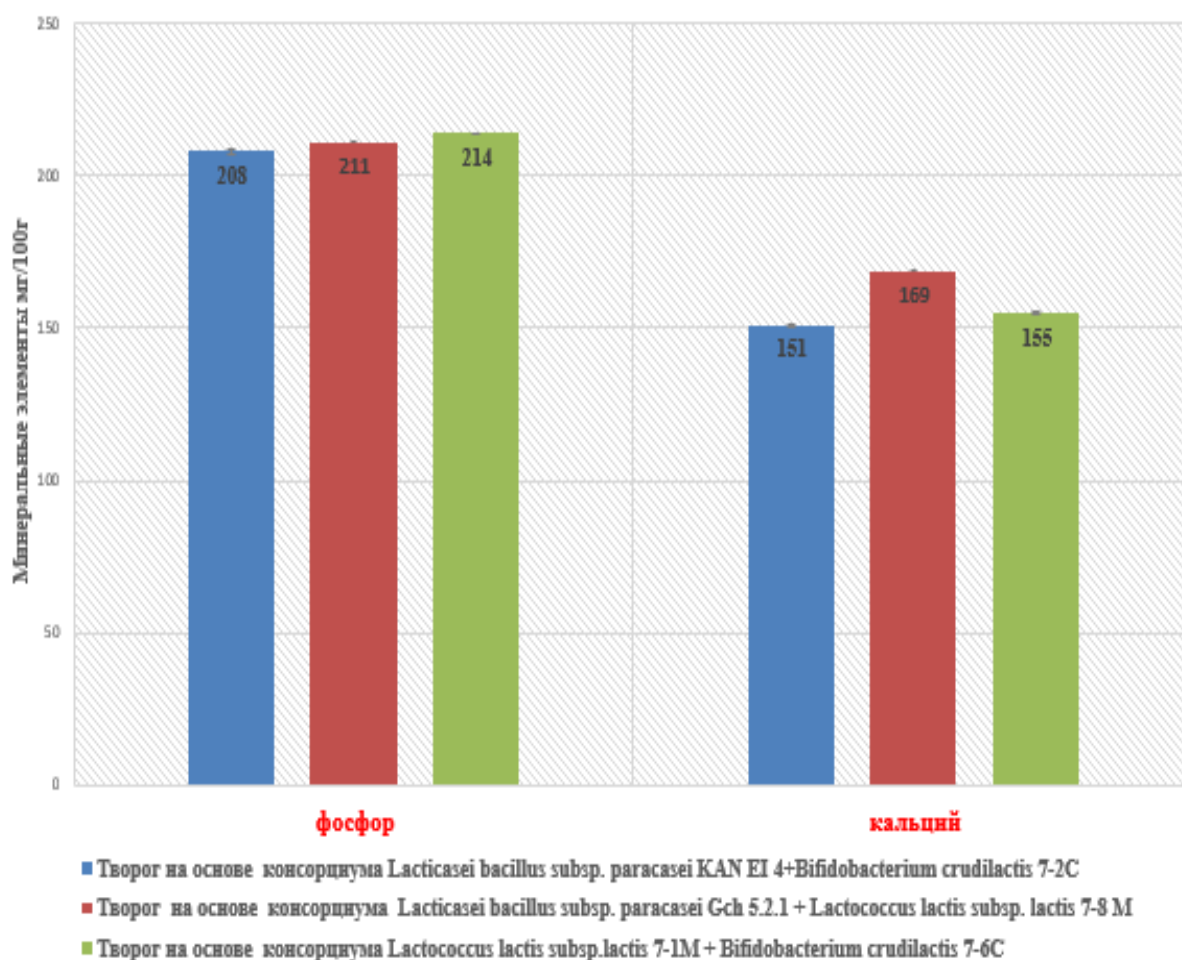


Рисунок 31 - Сравнительная диаграмма физико-химических свойств творога из козьего молока, приготовленного с использованием трёх различных консорциумов заквасочных культур

В результате проведенных исследований было установлено, что использование консорциумов молочнокислых и бифидобактерий для изготовления творога из козьего молока привело к значительному изменению физико-химических свойств по сравнению с творогом, изготовленным традиционным способом.

Образцы на основе пробиотических микроорганизмов имели значительно пониженную кислотность 51-68-79°Т, в то время как творог, полученный традиционным способом, имел высокую кислотность 156°Т. По массовой доле жира также опытные партии творога значительно отличались от контрольной пробы. У контрольной пробы массовая доля жира равна 9,86%, тогда как в опытных пробах равна 16,33%, 21,09% и 20,80%_соответственно.

По массовой доле влаги опытные образцы имели высокий показатель 66,22%, 56,31% и 58,89%, контрольный образец имел 49,89% влаги (ПРИЛОЖЕНИЕ Ж).

По литературным данным, низкий показатель кислотности творожных продуктов, обогащенного пробиотическими микроорганизмами на основе козьего молока имеет допустимое значение. Полученный нами творог

относится к жирной категории, при этом низкая кислотность имеет допустимое значение.

В этом аспекте надо учитывать, что в разработке творога мы применяли пробиотические бактерии (*Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactococcus lactis*, *Bifidobacterium crudilactis*) с низкими кислотообразующими свойствами, что повлияло на кислотность конечного продукта. Также, надо отметить особенность козьего молока, который выражается слабым кислотообразующим свойством, чем коровье, за счет меньшего количества казеина, особенно α 1-казеина. Структура белков козьего молока менее устойчива к коагуляции - сгусток может образоваться при меньшей кислотности. Это молоко лучше переваривается, но медленнее закисает при тех же условиях.

Таким образом, полученный продукт сочетает функциональные свойства пробиотика с характерной структурой и вкусом традиционного творога, и может быть отнесён к категории продуктов с направленным функциональным действием.

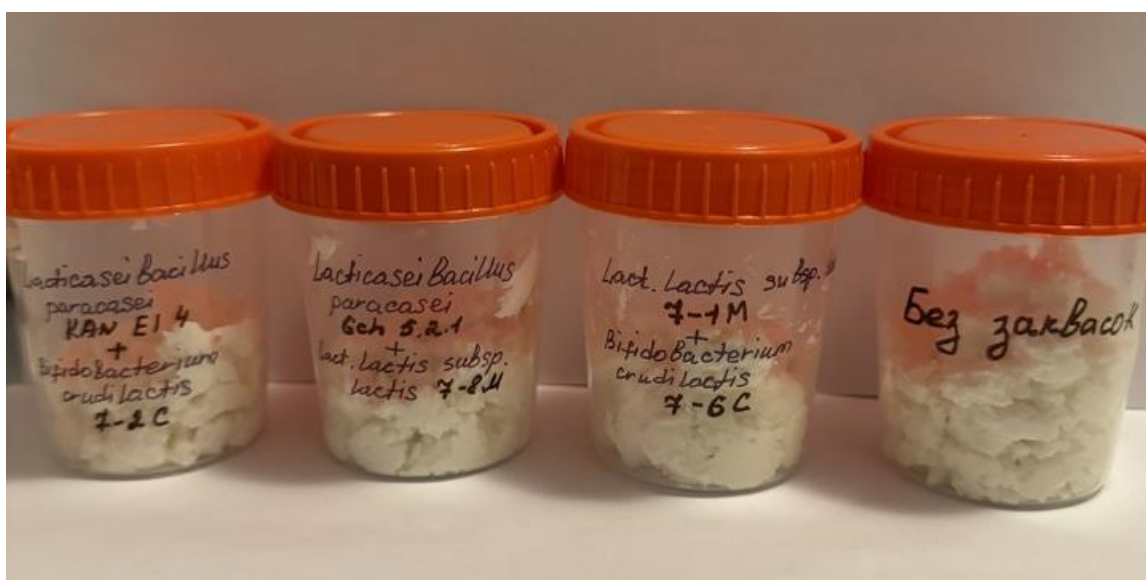


Рисунок 32 - Три образца творога из козьего молока, произведённые по усовершенствованной технологии с использованием трёх различных заквасочных композиций и творог, полученный традиционным способом

Использование консорциумов молочнокислых и бифидобактерий при производстве пробиотического творога из козьего молока обеспечило:

- Снижение кислотности до 51-79°Т (против 156°Т у традиционного творога);
- Повышение массовой доли жира до 16,3-21,1% (против 9,86% у контроля);
- Увеличение влажности до 56,3-66,2% (против 49,9% у контроля);
- Сохранение высоких органолептических показателей (мягкая консистенция, чистый кисломолочный вкус с мягкой кислотностью);
- Энергетическая ценность пробиотического творога - 213-259 ккал/100 г.

Продукт сочетает пробиотические свойства с традиционной текстурой и вкусом, относясь к категории функциональных продуктов.

- Консорциум 2 (*Lacticaseibacillus paracasei* Gch 5.2.1 + *Lc. lactis* 7-8 M) даёт самый высокий уровень жира (21,09%) и углеводов (3,04%), а также максимальную кислотность (79°Т) и энергетическую ценность (258,73 ккал). Это свидетельствует о более интенсивном процессе ферментации и более насыщенном вкусе.
- Консорциум 3 (*Lc. lactis* 7-1M + *B. crudilactis* 7-6C) близок к консорциуму 2 по показателям, немного уступая по кислотности и жиру, но имеет чуть более высокий белок (14,6%) и схожую минерализацию.
- Консорциум 1 (*Lacticaseibacillus paracasei* KANEI4 + *B. crudilactis* 7-2C) характеризуется самым низким содержанием жира (16,33%) и углеводов (2,20%), а также меньшей кислотностью (51°Т) и энергетической ценностью (213,02 ккал), что может отражать более щадящий процесс ферментации, с потенциально более мягким вкусом и текстурой.

3.8 Микробиологические показатели пробиотического творога на основе козьего молока

Важно знать, что микробиологическое исследование пробиотических кисломолочных продуктов является важным этапом в обеспечении качества и безопасности продукта, а также в подтверждении его пробиотических свойств. В связи с этим следующей задачей нашей работы была определение микрофлоры полученных проб.

Изучение микрофлоры пробиотического творога включает в себя анализ качественного и количественного состава микроорганизмов, в данном случае используемых для сквашивания заквасочных пробиотических культур. Одним из важным аспектом при микробиологических исследований пробиотических продуктов функционального назначения является определение жизнеспособности и активности заквасочных микроорганизмов. Поэтому нами были определены качественные и количественные показатели микроорганизмов в исследуемом твороге [184-186].

Определение микробиологических показателей проводили по ГОСТ Р 53430-2009 «Молоко и продукты переработки молока. Методы микробиологического анализа» и ГОСТ 10444 - серия межгосударственных стандартов, регулирующих микробиологические методы контроля пищевых продуктов, воды, кормов и объектов окружающей среды.

Результаты микробиологических исследований показаны в таблице 38.

Таблица 38 - Микробиологические показатели исследуемых проб творога на основе козьего молока

Исследуемые пробы творога	Микробиологические показатели	
	Бактерии группы кишечной палочки, БГКП (коли-формы)	Молочнокислые и бифидобактерии КОЕ/г
Творог, полученный традиционным способом	Не обнаружено	$5,2 \times 10^3$
Творог на основе консорциума <i>Lacticasei bacillus subsp. paracasei</i> KAN EI 4 + <i>Bifidobacterium crudilactis</i> 7-2C	Не обнаружено	$1,1 \times 10^7$
Творог на основе консорциума <i>Lacticasei bacillus subsp. paracasei</i> Gch 5.2.1+ <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-8 M	Не обнаружено	$2,9 \times 10^8$
Творог на основе консорциума Консорциум <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-1M + <i>Bifidobacterium crudilactis</i> 7-6C	Не обнаружено	$3,5 \times 10^7$

Результаты исследований показали, что во всех образцах отсутствуют общие колиформные бактерии. У всех исследуемых проб творога бактериальная обсеменённость была в пределах $1,3-1,8 \times 10^4$.

Микрофлора обогащенных проб представлена молочнокислыми и бифидобактериями. В момент исследования количество микроорганизмов соответствовало требованиям стандартов ТР ТС 033/2013 [187]. Установлено, что содержание молочнокислых бактерий в продукте составляло не менее 10^7 КОЕ/г.

Лучшим с точки зрения сочетания органолептических, физико-химических и микробиологических свойств является творог, полученный с использованием консорциума *Lacticaseibacillus paracasei* Gch 5.2.1 и *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-8M. Это обусловлено рядом факторов: во-первых, продукт обладает наивысшим содержанием жира и высокой энергетической ценностью, что делает его сытным и питательным. Во-вторых, творог отличается хорошо выраженным приятным ароматом и сладковатым вкусом, что положительно влияет на его органолептические характеристики. Кроме того, высокое содержание пробиотических бактерий ($2,9 \times 10^8$ КОЕ/г) обеспечивает выраженный пробиотический эффект. Продукт также характеризуется нормальной, слегка пониженной кислотностью, благодаря чему он мягкий на вкус и легко усваивается. Немаловажным преимуществом является и высокое содержание минеральных веществ, таких как фосфор и кальций.

Второе место по качеству занимает творог, приготовленный на основе консорциума *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-1М и *Bifidobacterium crudilactis* 7-6С. Он отличается максимальным количеством пробиотических микроорганизмов, однако имеет немного менее выраженный аромат и кислотность по сравнению с лидирующим образцом.

3.9 Усовершенствование технологии вязкопластичных кисломолочных продуктов

Настоящее исследование направлено на усовершенствование технологии производства вязкопластичных кисломолочных продуктов, в частности - творога, за счёт внедрения щадящей технологии переработки козьего молока с использованием низкокислотопродуцирующих пробиотических бактерий. Целью проведённой работы являлась оптимизация технологических параметров с учётом биохимических особенностей козьего молока и требований к качеству, безопасности и функциональности конечного продукта.

Козье молоко значительно отличается от коровьего по белковому составу, степени кислотогенеза и жирнокислотному профилю. Оно содержит меньше α 1-казеина, характеризуется более высокой перевариваемостью и биологической ценностью, а также обладает повышенным содержанием природных олигоэлементов. Эти особенности определяют его высокую пищевую и физиологическую значимость, особенно в составе диетических и детских рационов [188-195].

Разработанная технология переработки козьего молока основана на минимизации термической обработки и использовании пробиотических заквасочных культур. Такой подход позволил сохранить природные органолептические и нутритивные свойства сырья, обеспечить пробиотическую активность готового продукта и получить однородную вязкопластичную консистенцию без выраженного специфического запаха.

Важным элементом усовершенствования технологии стало применение пробиотических штаммов отечественного происхождения (*Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactococcus lactis*, *Bifidobacterium crudilactis*), адаптированных к условиям ферментации козьего молока. Эти культуры обладают низкой кислотопродуцирующей способностью и формируют сгусток с умеренной кислотностью (около 68 °Т), что соответствует нормам для мягких творожных продуктов функционального назначения.

В процессе оптимизации технологии были подробно исследованы и отработаны следующие ключевые этапы:

Во-первых, подготовка сырья включала обязательную очистку молока от механических примесей и снижение микробной обсеменённости, что обеспечивало исходную санитарную чистоту. Далее проводилась нормализация белково-жирового состава для достижения желаемой плотности и стабильности сгустка. Этап гомогенизации обеспечивал равномерное распределение жировой фазы, предотвращал расслоение и улучшал текстуру продукта. Пастеризация проводилась при пониженных температурах, что позволяло уничтожить

патогенную микрофлору, при этом минимизируя тепловое разрушение биологически активных компонентов.

Во-вторых, особое внимание было уделено выбору и применению заквасочных культур. Использование пробиотических штаммов позволило не только контролировать скорость и интенсивность молочнокислого брожения, но и обеспечить формирование сгустка с нужными структурными характеристиками. Закваски подбирались с учётом способности работать в условиях пониженной температуры и с пониженной буферной ёмкостью козьего молока.

В-третьих, был оптимизирован режим сквашивания. Применялись как термостатный, так и резервуарный методы. При термостатном способе продукт сквашивался непосредственно в потребительской таре, что способствовало сохранению микробиологической индивидуальности и плотной текстуры. Резервуарный метод, напротив, позволял добиться более однородной консистенции и был целесообразен в условиях промышленного производства.

В-четвёртых, повышенное внимание уделялось органолептическим и функциональным характеристикам продукта. С помощью подбора штаммов и корректировки условий ферментации удалось получить продукт с мягким вкусом, приятным молочным ароматом и без выраженной кислинки. Такая органолептическая структура делает продукт подходящим для широкого круга потребителей, включая детей, пожилых людей и лиц с заболеваниями желудочно-кишечного тракта.

В результате применения разработанной технологии были достигнуты следующие ключевые технологические и потребительские преимущества:

1. Сохранение натурального вкуса и аромата козьего молока. Использование мягко действующих штаммов позволило избежать чрезмерного закисления, что особенно важно при работе с козьим молоком, склонным к формированию специфического запаха при агрессивной ферментации.
2. Минимальные потери биологически активных веществ. Щадящий температурный режим и поэтапная ферментация обеспечили сохранность витаминов, аминокислот и микроэлементов, что критически важно при производстве продуктов для диетического и лечебного питания.
3. Формирование мягкой, однородной консистенции без постороннего запаха. Адаптация пробиотических штаммов к козьему молоку позволила получить творог с нежной текстурой, приятным вкусом и повышенной биологической доступностью.
4. Адаптация технологии к условиям малых форм производства. Технологическая схема была разработана с учётом возможности её реализации в условиях фермерских хозяйств, локальных перерабатывающих предприятий и домашних цехов. Это делает её экономически доступной и масштабируемой.
5. Использование отечественных пробиотических культур. Применение заквасок, выделенных из микрофлоры традиционных кисломолочных продуктов Казахстана, повышает биологическую совместимость, устойчивость технологического процесса и снижает зависимость от импортных компонентов.

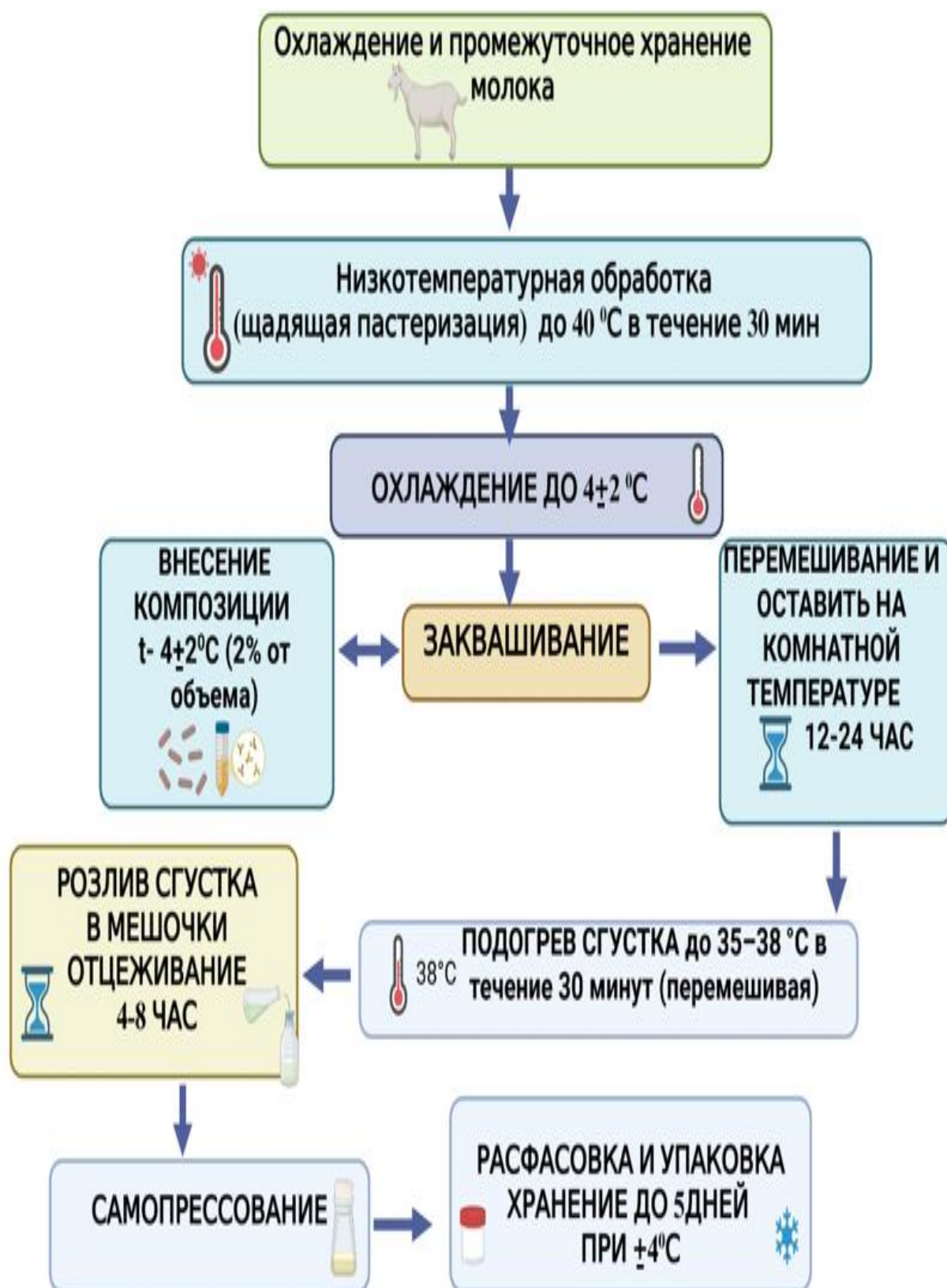


Рисунок 33 - Разработанная оптимизированная технология производства творога из козьего молока

Примечание: 40°C - максимальная граница для *Lc.lactis*, но хорошо подходит для *Lb.paracasei*, поэтому ферментация проходила одновременно эффективно и достаточно быстро. Получили нежный, с мягким вкусом творог. Пробиотики сохраняются, так как продукт не перегревали выше 43°C.

Таким образом, разработанная и апробированная технология позволяет производить вязкопластичный пробиотический творог из козьего молока с сохранением его природных свойств, высоким уровнем безопасности, стабильной консистенцией и выраженным функциональным потенциалом. Данный продукт может быть рекомендован как элемент специализированного питания, включая лечебно-профилактические диеты, питание детей раннего возраста и рациональное питание пожилых лиц.

3.10 Практическая ценность применения технологии творога на основе пробиотических заквасок

Одним из ключевых технологических элементов в производстве вязкопластичных кисломолочных продуктов является грамотный подбор заквасочной микрофлоры. Наиболее перспективными с точки зрения функциональных и органолептических характеристик являются штаммы *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lacticaseibacillus paracasei* и *Bifidobacterium crudilactis*. Эти культуры обеспечивают контролируемое кислотобразование, формирование устойчивой вязкопластичной текстуры и развитие характерного молочного аромата. Введение указанных штаммов в рецептуру пробиотических продуктов позволяет добиться улучшения микробиологических показателей и сенсорных характеристик, сохраняя при этом высокую биологическую активность готовой продукции [196-198].

За последние годы устойчиво растёт интерес к пробиотическим кисломолочным продуктам, что связано с их доказанным благотворным влиянием на здоровье человека. Исследования подтверждают, что регулярное потребление пробиотиков способствует нормализации микрофлоры кишечника, укреплению иммунной системы, снижению воспалительных процессов и улучшению пищеварения. Это делает такие продукты особенно актуальными в условиях повышения спроса на функциональные и профилактические продукты питания, соответствующие принципам здорового образа жизни [199-201].

Оптимизация технологии производства творога на основе пробиотических культур требует комплексного подхода и включает несколько критически важных направлений:

- Обеспечение стабильного качества сырья: на данном этапе осуществляется контроль кислотности, влажности, плотности, а также бактериальной обсеменённости козьего молока.
- Рациональный выбор заквасочных культур: предпочтение отдаётся микрофлоре с заданными технологическими и пробиотическими свойствами, включая устойчивость к низкому pH, способность к адгезии и антагонизму к патогенным микроорганизмам.

- Оптимизация температурно-временных режимов сквашивания: контроль продолжительности и температуры ферментации позволяет обеспечить стабильность кислотности и структурных характеристик сгустка.
- Использование технологий, способствующих усилению текстурообразования: например, включение в процесс биодоступных форм кальция, стабилизаторов белковой структуры, а также ограниченное применение ферментов при необходимости.
- Снижение технологических потерь на всех этапах производства и хранения, что повышает экономическую эффективность продукта.

Отдельное внимание следует уделить возможности интеграции современных ферментативных и мембранных технологий. Эти методы позволяют модифицировать структуру молочного белка без разрушения его природных свойств, тем самым улучшая консистенцию, вкусовые характеристики и биодоступность продукта. Такие подходы особенно важны при разработке функциональных продуктов с высокой добавленной стоимостью [202,203].

Согласно действующим нормативным документам Республики Казахстан (включая ГОСТ, Технические регламенты ТС и СТ РК), к вязкопластичным кисломолочным продуктам предъявляются следующие требования: соответствие органолептическим показателям (вкус, запах, цвет, консистенция), микробиологическая безопасность (отсутствие патогенной микрофлоры), соблюдение установленных физико-химических параметров (жирность, кислотность, влажность), а также стабильность продукта в течение срока хранения.

В условиях расширения участия Казахстана в международной торговле и интеграции в Евразийское экономическое пространство возрастает значимость гармонизации национальных стандартов с международными нормами (Codex Alimentarius, ISO). Это открывает возможности для продвижения национальной продукции на внешние рынки, при условии соблюдения требований к качеству, безопасности и прослеживаемости.

Несмотря на наличие базовой производственной инфраструктуры, в Казахстане остаются нерешёнными ряд технологических и научных задач, включая:

- Совершенствование структуры и функциональных свойств традиционных вязкопластичных продуктов;
- Адаптацию зарубежных технологических решений к местному сырью;
- Разработку инновационных заквасочных комплексов на основе местной микрофлоры;
- Повышение биологической ценности продуктов путём включения пробиотических и пребиотических компонентов;
- Увеличение ассортимента локальной продукции с функциональной направленностью.

Решение этих задач возможно за счёт применения современных биотехнологических подходов, включая генно-инженерные штаммы, ферментативную обработку, микроинкапсулирование пробиотиков, а также

адаптацию традиционных технологий под современные требования. Это позволит существенно повысить конкурентоспособность отечественной молочной промышленности и укрепить продовольственную безопасность на уровне страны.

С практической точки зрения, внедрение технологии производства пробиотического творога на основе козьего молока и отечественных низкокислотных заквасок представляет собой перспективное направление, сочетающее в себе высокую питательную ценность, функциональность продукта и экономическую целесообразность.

Экспериментально проведён ориентировочный расчёт себестоимости одной партии творога объёмом 10 литров цельного козьего молока, что при переработке по щадящей технологии даёт на выходе в среднем около 1,3 кг готового продукта. Согласно расчётам, общая себестоимость одной партии составляет около 7 325 тенге, что эквивалентно приблизительно 5 635 тенге за 1 кг готового творога.

Наибольший удельный вес в структуре себестоимости занимает стоимость сырья - цельного козьего молока, составляющая около 68% всех расходов. При наличии собственного сырья на фермерском хозяйстве, эта статья затрат может быть существенно снижена, что значительно повысит рентабельность всего производства. Дополнительный экономический эффект может быть достигнут за счёт повторного использования заквасок (реинокуляция), а также многократного применения расходных материалов - фильтров, марли, упаковочной тары.

Благодаря мягкому режиму термообработки, оптимизированному выбору отечественных заквасочных культур, удалось достичь высоких органолептических показателей. Это существенно расширяет рынок сбыта продукта - от фермерских и эко-ярмарок до специализированных магазинов диетического питания [204].

При рыночной стоимости фермерского или премиального козьего творога в диапазоне 7 000–8 000 тенге за кг, потенциальная маржа может составлять от 20% до 40%, в зависимости от каналов реализации. Особенно привлекательной моделью является продажа по подписке, доставка в рамках программ здорового питания, а также сотрудничество с эко-магазинами и лечебно-профилактическими учреждениями.

Таким образом, использование отечественных пробиотических культур и щадящей технологии переработки козьего молока позволяет не только сохранить ценные нутриенты и пробиотическую активность готового продукта, но и обеспечивает его высокую рыночную привлекательность, устойчивость в условиях малого и среднего агропроизводства, а также экономическую эффективность при условии локальной переработки сырья.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ органолептических и физико-химических показателей козьего молока из разных регионов Казахстана показал, что наиболее качественным для производства вязкопластичного творога является молоко из села Самар Восточно-Казахстанской области, характеризующееся повышенной жирностью, сбалансированным содержанием белка, оптимальной консистенцией и приятным вкусом.

2. Из козьего молока и творога Восточно-Казахстанской области выделены 23 изолята, идентифицированы 5 чистых культур штаммов молочнокислых бактерий с потенциальными пробиотическими свойствами. Метод 16S секвенирования обеспечивает наибольшую точность, нежели методы MALDI-TOF MS и API 50 CHL, и подтвердил принадлежность штаммов к видам *Lacticaseibacillus paracasei* и *Lactiplantibacillus plantarum*.

3. Пробиотические штаммы лактобацилл, выделенные из козьего молока, продемонстрировали высокую ферментативную активность, технологическую устойчивость и выраженные пробиотические свойства, включая снижение pH до 3,8–4,6, рост численности до 10^9 КОЕ/мл, антимикробную активность против патогенных микроорганизмов, высокую гидрофобность и способность к аутоагрегации, коагрегации и формированию биоплёнок. Полученные результаты подтверждают целесообразность их использования в технологии производства пробиотического творога.

4. Разработан творог на основе козьего и коровьего молока по традиционной технологии. Козий творог обладает рядом преимуществ по сравнению с коровьим. При схожем содержании белка (14,4–14,6%) он отличается более нежной консистенцией и характерным вкусом. Энергетическая ценность козьего творога составляет 213–259 ккал/100 г. Продукт содержит повышенное количество минеральных веществ - фосфора (214 мг/100 г), кальция (169 мг/100 г), а также водорастворимых витаминов группы В и С (1,3 мг/100 г), что повышает его пищевую ценность и делает перспективным для использования в функциональном и профилактическом питании.

5. Сформированы три биосовместимых заквасочных консорциума с использованием локальных низкокислотопродуцирующих пробиотических штаммов, выделенных из традиционных кисломолочных продуктов, что обеспечило получение мягкой структуры и высокой биологической ценности диетического кисломолочного продукта.

6. Оптимизирована технология производства вязкопластичного творога из козьего молока с применением сформированных консорциумов молочнокислых и бифидобактерий, которая позволила снизить кислотность продукта до 51–79 °Т (вместо 156 °Т у традиционного творога), повысить жирность до 16,3–21,1% и влажность до 66,2%. Полученный пробиотический творог, обладающий функциональными свойствами отличался мягкой консистенцией, чистым кисломолочным вкусом и энергетической ценностью 213–259 ккал/100 г.

7. Микробиологические исследования пробиотического творога из козьего молока показали отсутствие колиформных бактерий. Содержание молочнокислых и бифидобактерий составляло не менее 10^7 КОЕ/г, что соответствует требованиям ТР ТС 033/2013 и подтверждает безопасность и высокую жизнеспособность пробиотиков. Наилучшие характеристики продемонстрировал творог на основе консорциума *L. paracasei* Gch 5.2.1 + *L. lactis* 7-8 М: высокая жирность, пониженная кислотность, до $2,9 \times 10^8$ КОЕ/г пробиотиков, приятный вкус и аромат, а также повышенное содержание кальция и фосфора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Alimardanova M., Shunekeyeva A. Comparative characteristics of goat milk products in farms of Akmola and North Kazakhstan regions // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. — 2022. — Vol. 16. — P. 750–764. — DOI: 10.5219/1792.
2. ALKaisy Q. H., Al-Saadi J. S., AL-Rikabi A. Kh. J., Altemimi A. B., Hesarinejad M. A., Abedelmaksoud T. G. Exploring the health benefits and functional properties of goat milk proteins // *Food Science & Nutrition*. — 2023. — Vol. 11, No. 13. — P. 3064–3082. — DOI: 10.1002/fsn3.3531.
3. Pastuszka R., Barłowska J., Litwińczuk Z. Allergenicity of milk of different animal species in relation to human milk // *Journal of Elementology*. — 2016. — Vol. 21, No. 4. — P. 1155–1164. — DOI: 10.5604/17322693.1227842.
4. Ranjha M. M. A. N., Shafique B., Batool M., Kowalczewski P. Ł., Shehzad Q., Usman M., Manzoor M. F., Zahra S. M., Yaqub S., Aadil R. M. Nutritional and health potential of probiotics: a review // *Applied Sciences*. — 2021. — Vol. 11, No. 23. — Article 11204. — DOI: 10.3390/app112311204.
5. Kumar B.V., Vijayendra S.V.N., Reddy O.V.S. Trends in dairy and non-dairy probiotic products – a review // *Journal of Food Science and Technology*. — 2015. — Vol. 52, No. 10. — P. 6112–6124. — DOI: 10.1007/s13197-015-1795-2.
6. Farahmand N., Ouoba L. I. I., Raeisi S. N., Sutherland J., Ghoddusi H. B. Probiotic Lactobacilli in fermented dairy products: selective detection, enumeration and identification scheme // *Microorganisms*. — 2021. — Vol. 9, No. 8. — Article 1600. — DOI: 10.3390/microorganisms9081600.
7. Collins M. D., Vera-Jiménez N., Wellejus A. Understanding the probiotic health benefits of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, BB-12™ // *Frontiers in Microbiology*. — 2025. — DOI: 10.3389/fmicb.2025.1605044.
8. Park Y. W., Juárez M., Ramos M., Haenlein G. F. W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk // *Small Ruminant Research*. — 2007. — Vol. 68, No. 1–2. — P. 88–113. — DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.016.
9. Gobbetti M., De Angelis M., Di Cagno R., Mancini L., Fox P.F. Pros and cons for using non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) as secondary/adjunct starters for cheese ripening // *Trends in Food Science & Technology*. — 2015. — Vol. 45, No. 2. — P. 167–178. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.07.016
10. Salminen S., Ouwehand A., Benno Y., Lee Y. K. Probiotics: how should they be defined? // *Trends in Food Science & Technology*. — 1999. — Vol. 10, No. 3. — P. 107–110. — DOI: 10.1016/S0924-2244(99)00023-9.
11. Певзнер М. И. Основы диетического питания (столы по М. И. Певзнеру). — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 320 с.
12. Hallab R., Kohen C., Grandison M. A., Lewis M. J., Grandison A. S. Assessment of the quality of cottage cheese produced from standard and protein fortified skim milk // *International Journal of Dairy Technology*. — 2007. — Vol. 60, No. 2. — P. 69–73. — DOI: 10.1111/j.1471-0307.2007.00319.x.

13. Крючкова В.В. Технология молока и молочных продуктов. — Персиановский: Донской государственный аграрный университет, 2018. — 232 с.
14. Walstra P., Wouters J.T.M., Geurts T.J. Dairy Science and Technology (2nd ed.). — Boca Raton: CRC Press, 2006. — 808 p. DOI: 10.1201/9781420028010. eBook ISBN: 9780429116148
15. Pawlos M., Znamirska-Piotrowska A., Kowalczyk M., Zagula G. Application of calcium citrate in the manufacture of acid-rennet cheese produced from high-heat-treated goat's milk from spring and autumn season // *Molecules*. — 2022. — Vol. 27, No. 17. — Article 5523. DOI: 10.3390/molecules27175523
16. Dalgleish D. G. The enzymatic coagulation of milk // *Milk Proteins: Structure and Stability*. — Boston: Springer, 1993. — P. 69–100. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2650-6_3
17. Fox P.F., Guinee T.P., Cogan T.M., McSweeney P.L.H. Fundamentals of Cheese Science. — New York: Springer, 2017. — 2nd ed.
18. Tamime A.Y., Robinson R.K. Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology. — 3rd ed. — Woodhead Publishing, 2007. DOI: 10.1533/9781845692612
19. Lucey J.A. Cultured dairy products: An overview of their gelation and texture properties // *International Journal of Dairy Technology*. — 2004. — Vol. 57, No. 2–3. — P. 77–84. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2004.00142.x
20. Khademi F., Naghizadeh Raeisi S., Younesi M., Motamedzadegan A., Rabiei K., Shojaei M., Rokni H., Falsafi M. Effect of probiotic bacteria on physicochemical, microbiological, textural, sensory properties and fatty acid profile of sour cream // *Journal of Dairy Science*. — 2022. — Vol. 105. — DOI: 10.3168/jds.2021-21234.
21. Marco M. L., 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
22. Khamitova B., Taspoltayeva A., Kozhabekova G., Tokayev S., Iskakov B. The use of fruit and berry fillers in the production of fermented milk products // *Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences*. — 2025. — No. 2(18). — P. 330–336. DOI: 10.53360/2788-7995-2025-2(18)-40
23. Pagthinathan M., Nafees M.S.M. Biochemistry of cheese ripening // *AGRIEAST Journal of Agricultural Sciences*. — 2017. — Vol. 10. — Article 16. DOI: 10.4038/agrieast.v10i0.25
24. Бигараева А., Тасыбаева Ш.Б., Орынбасарова Б., Абдугаппарова М., Сыздыкова Д., Бекетова А. Ассортимент кисломолочных напитков в Казахстане // *World Science*. — 2018. — № 2(30), Т. 1. — С. 69. ISSN: 2413-1032 URL: <http://ws-conference.com/>
25. Zahedirad M., Asadzadeh S., Nikooyeh B., Neyestani T.R., Khorshidian N., Yousefi M., Mortazavian A.M. Fortification aspects of vitamin D in dairy products: A review study // *International Dairy Journal*. — 2019. — Vol. 94. — P. 53–64. DOI: 10.1016/j.idairyj.2019.01.013

26. Mustafayeva A.K. Technology of production of soft cheeses enriched with plant raw materials // *Bulletin of Shakarim University. Technical Sciences*. — 2024. — No. 2(14). — P. 246–253. DOI: 10.53360/2788-7995-2024-2(14)-30
27. Fox P.F., Guinee T.P., Cogan T.M., McSweeney P.L.H. *Fundamentals of Cheese Science*. — 2nd ed. — Springer, 2017.
28. Rayman M.P. Selenium and human health // *The Lancet*. — 2012. — Vol. 379, No. 9822. — P. 1256–1268. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61452-9
29. Simopoulos A. P. Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases // *Journal of the American College of Nutrition*. — 2002. — Vol. 21, No. 6. — P. 495–505. — DOI: 10.1080/07315724.2002.10719248.
30. Thorning T.K., Raben A., Tholstrup T., Soedamah-Muthu S.S., Givens I., Astrup A. Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence // *Food & Nutrition Research*. — 2016. — Vol. 60. — Article 32527. DOI: 10.3402/fnr.v60.32527
31. McGregor R. A., Poppitt S. D. Milk protein for improved metabolic health: a review of the evidence // *Nutrients*. — 2013. — Vol. 5, No. 6. — P. 2304–2329. — DOI: 10.3390/nu5062304.\
32. Plaza-Díaz J., Ruiz-Ojeda F. J., Gil-Campos M., Gil Á. Mechanisms of action of probiotics // *Advances in Nutrition*. — 2019. — Vol. 10 (Suppl. 1). — P. S49–S66. DOI: 10.1093/advances/nmy063
33. Gibson G.R., Roberfroid M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics // *Journal of Nutrition*. — 1995. — Vol. 125, No. 6. — P. 1401–1412. DOI: 10.1093/jn/125.6.1401
34. Hutkins R. W. *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. — 2nd ed. — New York: Wiley-Blackwell, 2018.
35. Shiby V.K., Mishra H.N. Fermented milks and milk products as functional foods // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. — 2013. — Vol. 53. — P. 482–496. DOI: 10.1080/10408398.2010.547398
36. Doo H. et al. Lactic acid bacteria in Asian fermented foods and their beneficial roles in human health // *Food Science and Biotechnology*. — 2024. DOI: 10.1007/s10068-024-01634-9
37. Azam M. et al. Lactic acid bacteria in traditional fermented Asian foods // *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*. — 2017. — Vol. 30. — P. 1803–1814.
38. FAO/WHO. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food: Report of a joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, London, Ontario, Canada, April 30 and May 1, 2002. — Rome: World Health Organization, 2006. — 11 p. — URL: <https://www.fao.org/3/a0512e/a0512e.pdf>.
39. Hill C. et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic // *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. — 2014. — Vol. 11. — P. 506–514. DOI: 10.1038/nrgastro.2014.66

40. Nicolescu C. M., Bumbac M., Buruleanu C. L., Popescu E. C., Stanescu S. G., Georgescu A. A., Toma S. M. Biopolymers Produced by Lactic Acid Bacteria: Characterization and Food Application // *Polymers*. — 2023. — Vol. 15, No. 6. — Article 1539. — DOI: 10.3390/polym15061539.
41. Ouwehand A.C., Salminen S., Isolauri E. Probiotics: an overview of beneficial effects // *Antonie van Leeuwenhoek*. — 2002. — Vol. 82. — P. 279–289. DOI: 10.1023/A:1020620607611
42. Cotter P.D., Hill C., Ross R.P. Bacteriocins: developing innate immunity for food // *Nature Reviews Microbiology*. — 2005. — Vol. 3. — P. 777–788. DOI: 10.1038/nrmicro1273
43. Bermudez-Brito M., Plaza-Díaz J., Muñoz-Quezada S., Gómez-Llrente C., Gil A. Probiotic mechanisms of action // *Annals of Nutrition and Metabolism*. — 2012. — Vol. 61. — P. 160–174. DOI: 10.1159/000342079
44. Ruas-Madiedo P., de los Reyes-Gavilán C.G. Invited review: methods for the screening, isolation, and characterization of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria // *Journal of Dairy Science*. — 2005. — Vol. 88. — P. 843–856. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72750-8
45. Duboc P., Mollet B. Applications of exopolysaccharides in the dairy industry // *International Dairy Journal*. — 2001. — Vol. 11. — P. 759–768. DOI: 10.1016/S0958-6946(01)00119-4
46. LeBlanc J. G., Chain F., Martín R., Bermúdez Humarán L. G., Courau S., Langella P. Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria with Potential to Design Natural Biofunctional Health Promoting Dairy Foods // *Frontiers in Microbiology*. — 2017. — Vol. 8. — Article 846. — DOI: 10.3389/fmicb.2017.00846.
47. Sharma N., et al. Beyond Probiotics: A Narrative Review on an Era of Revolution // *Food Science and Biotechnology*. — 2023. — Vol. 32, No. 4. — P. 413–421. — DOI: 10.1007/s10068-022-01212-x.
48. Suez J., et al. The pros, cons, and many unknowns of probiotics // *Nature Medicine*. — 2019. — Vol. 25, No. 5. — P. 716–729. — DOI: 10.1038/s41591-019-0439-x.
49. Hill C., et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic // *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. — 2014. — Vol. 11, No. 8. — P. 506–514. — DOI: 10.1038/nrgastro.2014.66.
50. Segers M.E., Lebeer S. Towards a better understanding of *Lactobacillus rhamnosus* GG // *Microbial Cell Factories*. — 2014. DOI: 10.1186/1475-2859-13-S1-S7

51. Thursby E., Juge N. Introduction to the human gut microbiota // *Biochemical Journal*. — 2017. — Vol. 474. — P. 1823–1836. DOI: 10.1042/BCJ20160510
52. Plaza-Díaz J., Ruiz-Ojeda F.J., Gil-Campos M., Gil A. Mechanisms of action of probiotics // *Advances in Nutrition*. — 2019. DOI: 10.1093/advances/nmy063
53. Karczewski J. et al. Regulation of human epithelial tight junction proteins by *Lactobacillus plantarum* // *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*. — 2010. DOI: 10.1152/ajpgi.00327.2009
54. LeBlanc J.G. et al. B-group vitamin production by lactic acid bacteria // *International Journal of Food Microbiology*. — 2011. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.12.031
55. Koh A., De Vadder F., Kovatcheva-Datchary P., Bäckhed F. From dietary fiber to host physiology: SCFAs in the gut // *Cell*. — 2016. DOI: 10.1016/j.cell.2016.05.041
56. Carvalho F. M., Teixeira Santos R., Mergulhão F. J. M., Gomes L. C. Effect of *Lactobacillus plantarum* biofilms on the adhesion of *Escherichia coli* to urinary tract devices // *Antibiotics*. — 2021. — Vol. 10, No. 8. — Article 966. — DOI: 10.3390/antibiotics10080966
57. Cryan J.F., O’Riordan K.J., Cowan C.S.M. et al. The microbiota-gut-brain axis // *Physiological Reviews*. — 2019. — Vol. 99(4). — P. 1877–2013. DOI: 10.1152/physrev.00018.2018
58. Cryan J.F., O’Riordan K.J., Cowan C.S.M. et al. The microbiota-gut-brain axis // *Physiological Reviews*. — 2019. — Vol. 99, No. 4. — P. 1877–2013. DOI: 10.1152/physrev.00018.2018
59. Hempel S., Newberry S.J., Maher A.R., Wang Z., Miles J.N., Shanman R., Johnsen B., Shekelle P.G. Probiotics for the prevention and treatment of antibiotic-associated diarrhea: a systematic review and meta-analysis // *JAMA*. — 2012. — Vol. 307, No. 18. — P. 1959–1969. DOI: 10.1001/jama.2012.3507
60. Goodoory V.C., Khasawneh M., Black C.J., Quigley E.M.M., Moayyedi P., Ford A.C. Efficacy of probiotics in irritable bowel syndrome: systematic review and meta-analysis // *Gastroenterology*. — 2023. — Vol. 165, No. 5. — P. 1206–1218. DOI: 10.1053/j.gastro.2023.07.018
61. Derwa Y., Gracie D.J., Hamlin P.J., Ford A.C. Systematic review with meta-analysis: the efficacy of probiotics in inflammatory bowel disease // *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*. — 2017. — Vol. 46, No. 4. — P. 389–400. DOI: 10.1111/apt.14203
62. Śliżewska K., Markowiak-Kopeć P., Śliżewska W. The Role of Probiotics in Cancer Prevention // *Cancers (Basel)*. — 2020. — Vol. 13, No. 1. — Article 20. DOI: 10.3390/cancers13010020
63. Walstra P., Wouters J. T. M., Geurts T. J. Dairy Science and Technology. — 2nd ed. — Boca Raton: CRC Press, 2006. — 808 p. DOI: 10.1201/9781420028010. ISBN: 9780429116148
64. Хан Е.А. Изучение состава и свойств козьего молока, используемого как сырье для производства мягкого сыра // *Вестник магистратуры*. — 2017. — № 1–3 (64).

65. Farrell H. M., Jr., Jimenez-Flores R., Bleck G. T., Brown E. M., Butler J. E., Creamer L. K., Hicks C. L., Hollar C. M., Ng-Kwai-Hang K. F., Swaisgood H. E. Nomenclature of the proteins of cows' milk — sixth revision // *Journal of Dairy Science*. — 2004. — Vol. 87, № 6. — P. 1641–1674. — DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73319-6.
66. Petrova S. Yu., Khlgatian S. V., Emelyanova O. Yu., Pishulina L. A., Berzhets V. M. Structure and biological functions of milk caseins // *Russian Open Medical Journal*. — 2022. — Vol. 11, № 2. — Article e0209.
67. Elsaid M. Structural Properties of Casein Micelles in Milk: The effect of salt, temperature, and pH: магистерская диссертация / E. Mohamed. — 2014. — DOI: 10.13140/RG.2.2.33493.47841.
68. Silanikove N., Leitner G., Merin U. The interrelationships between lactose intolerance and the modern dairy industry: global perspectives in evolutionary and historical backgrounds // *Nutrients*. — 2015. — Vol. 7. — P. 7312–7331. — DOI: 10.3390/nu7095340.
69. Creamer L. K., Loveday S., Sawyer L. Milk Proteins: β -Lactoglobulin // *Encyclopedia of Dairy Sciences*. — 2nd ed. — 2011. — P. 787–794. — DOI: 10.1016/B978-0-12-374407-4.00433-7.
70. Biadała A., Konieczny P. Goat's milk derived bioactive components: a review // *Mljekarstvo*. — 2018. — Vol. 68, No. 4. — P. 239–253.
71. Rahmatalla S. A., Arends D., Brockmann G. A. Review: Genetic and protein variants of milk caseins in goats // *Frontiers in Genetics*. — 2022. — Vol. 13. — Article 995349. — DOI: 10.3389/fgene.2022.995349.
72. Kaminogawa S., Yamauchi K. Similarity between γ casein and a product of β casein hydrolysis by milk protease // *Agricultural and Biological Chemistry*. — 1974. — Vol. 38, No. 12. — P. 2343–2348.
73. Andrews A. T., Alichanidis E. Proteolysis of caseins and the proteose-peptone fraction of bovine milk // *Journal of Dairy Research*. — 1983. — Vol. 50, № 3. — P. 275–290.
74. Harmon R. J., Schanbacher F. L., Ferguson L. C., Smith K. L. Concentration of lactoferrin in milk of normal lactating cows and changes occurring during mastitis // *Am J Vet Res*. — 1975. — Vol. 36, No. 7. — P. 1001–1007. — PMID: 1096690.
75. Soliman G. Z. A. Comparison of chemical and mineral content of milk from human, cow, buffalo, camel and goat in Egypt // *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*. — 2005. — Vol. 21, No. 1. — P. 116–130. — DOI: 10.21608/ejhm.2005.18054.
76. Bogdan N. Composition and characteristics of goat milk: a review // *Modern Technologies in the Food Industry – 2016*. — 2016. — P. 135.
77. Codex Alimentarius Commission. HACCP System and Guidelines for its Application // *Food Hygiene: Basic Texts*. — FAO/WHO, 2003. — 50 p.
78. Волкова В. В., Естюнина В., Астанина Е., Охремчик К., Ерина М. Технология производства творога // *Старт в науке*. — 2019. — № 3 (ч. 1). — С. 85–89. — URL: <https://science-start.ru/ru/article/view?id=1569>

79. Rafiq S., Shahbaz M., Sameen A., Arshad R. *Functional, textural, physicochemical and sensorial evaluation of cottage cheese standardized with food grade coagulants* // Food Science and Technology (Campinas). — 2021. — Vol. 42(5). — DOI: 10.1590/fst.33420.
80. Hui Y. H., Evranuz E. Ö. Handbook of Animal Based Fermented Food and Beverage Technology / Eds. Y. H. Hui, E. Ö. Evranuz. — 2nd ed. — Boca Raton; CRC Press, 2012. — 814 p. — ISBN 9781439850220.
81. Гербер Ю. Б., Гаврилов А. В. Обоснование параметров механической обработки молока при производстве кисломолочных продуктов // Техника и технология пищевых производств. — 2019. — Т. 49, № 3. — С. 375–382. — DOI: 10.21603/2074-9414-2019-3-375-382.
82. Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов: Справочник. — М.: Мол. пропм-ть, 1998. — 80 с.
83. Крусъ Г. Н., Шалыгина А. М., Волокитина З. В. Методы исследования молока и молочных продуктов. — Москва: КолосС, 2002. — 367 с.
84. Wu S., Li D., Li S.-J., Bhandari B., Yang B.-L., Chen X.-D., Mao Z.-H. *Effects of incubation temperature, starter culture level and total solids content on the rheological properties of yogurt* // International Journal of Food Engineering. — 2009. — Vol. 5, No. 2. — P. 3.1–3.17. — DOI: 10.2202/1556-3758.1436.
85. Haque A., Richardson R. K., Morris E. A. Effect of fermentation temperature on the rheology of set and stirred yogurt // Food Hydrocolloids. — 2001. — Vol. 15, Issues 4–6. — P. 593–602. — DOI: 10.1016/S0268-005X(01)00090-X.
86. Wang M.-S., Fan M., Zheng A.-R., Wei C.-K., Liu D.-H., Thaku K., Wei Z.-J. Characterization of a fermented dairy, sour cream: Lipolysis and the release profile of flavor compounds // Food Chemistry. — 2023. — Vol. 423. — P. 136299. — DOI: 10.1016/j.foodchem.2023.136299.
87. Marinêz de Souza, Drunkler D. A., Colla E. Probiotic Functional Yogurt: Challenges and Opportunities // Fermentation. — 2024. — Vol. 10, No. 1. — Art. 6. — DOI: 10.3390/fermentation10010006.
88. Flórez A. B., Ruas-Madiedo P., Alonso L., Mayo B. Microbial, chemical and sensorial variables of the Spanish traditional blue-veined Cabrales cheese, as affected by inoculation with commercial *Penicillium roqueforti* spores // European Food Research and Technology. — 2006. — Vol. 222. — P. 250–257. — DOI: 10.1007/s00217-005-0021-2.
89. McMahon D. J., Motawee M. M., McManus W. R. Influence of brine concentration and temperature on composition, microstructure, and yield of feta cheese // Journal of Dairy Science. — 2009. — Vol. 92. — P. 4169–4179. — DOI: 10.3168/jds.2009-2183.
90. Singh R. P., Heldman D. R. Introduction to Food Engineering. — 5th ed. — Academic Press, 2014. — 800 p. — ISBN 978-0-12-378612-8.
91. Lu X. Design and Application of Automatic Food Packaging Machinery Control System // Tenth International Conference on Applications and Techniques in Cyber Intelligence (ICATCI 2022). — 2023. — P. 1002–1010. — DOI: 10.1007/978-3-031-29097-8_120.

92. Karaman A. D., Özer B., Pascall M. A., Alvarez V. Recent advances in dairy packaging // *Food Reviews International*. — 2015. — Vol. 31, No. 4. — P. 295–318.
93. ГОСТ 31452—2012. Сметана. Технические условия. — Москва: Стандартинформ, 2012. — 15 с.
94. СТ РК 2069—2015. Кисломолочная продукция. Общие технические условия. — Астана: Национальный институт стандартизации и метрологии Республики Казахстан, 2015
95. ГОСТ 31453—2013. Творог и творожные продукты. Технические условия. — Москва: Стандартинформ, 2013. — 18 с.
96. ГОСТ 53436—2009. Сыры рассольные. Общие технические условия. — М.: Стандартинформ, 2009. — 20 с.
97. СТ РК 1733—2015. Молоко и молочные продукты. Общие технические условия. — Астана: Комитет технического регулирования и метрологии, 2015.
98. Санитарные правила и нормы (СанПиН) Республики Казахстан по молочной продукции. — Министерство здравоохранения Республики Казахстан, актуальные редакции.
99. СТ ТОО 39050637-02-2009. Напитки кисломолочные «Новый день». — Алматы, 2009.
100. СТ ТОО 39050712-02-2020. Продукты кисломолочные с добавлением соли. — Алматы, 2020.
101. ISO 22000:2018. Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain. — International Organization for Standardization, 2018. — 44 p.
102. ISO 19344:2015. Milk and milk products — Quantification of lactic acid bacteria by flow cytometry method. — International Organization for Standardization, 2015. — 16 p.
103. ISO 9232:2003 (amendment 2023). Milk and milk products — Identification of characteristic microorganisms in starter cultures by phenotypic methods — *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. — International Organization for Standardization, 2003. — 18 p.
104. ISO 12081:2010. Milk and milk products — Determination of calcium content — Titrimetric method. — International Organization for Standardization, 2010. — 12 p.
105. ISO 11869:1997 / ISO/TS 11869:2012. Milk and milk products — Determination of acidity of fermented milk products — Potentiometric method. — International Organization for Standardization, 1997; Technical Specification, 2012. — 14 p.
106. ISO 8968-1:2014. Milk and milk products — Determination of nitrogen content — Part 1: Kjeldahl method for protein determination. — International Organization for Standardization, 2014. — 24 p.
107. Codex Alimentarius Commission. Codex general standard for fermented milk (CODEX STAN 243-2003) / Food and Agriculture Organization of the United Nations; World Health Organization. — Rome, 2004. — 16 p.

108. СТ РК ISO 19344–2016. Молоко и молочные продукты. Определение количества молочнокислых бактерий — проточный цитометрический метод.
109. Abdulla A. A., Abed T. A., Saeed A. M. Adhesion, autoaggregation and hydrophobicity of six *Lactobacillus* strains // *British Microbiology Research Journal*. — 2014. — Vol. 4, No. 4. — P. 381–391.
110. Zawistowska-Rojek A., Kośmider A., Stępień K., Tyski S. Adhesion and aggregation properties of *Lactobacillaceae* strains as protection ways against enteropathogenic bacteria // *Archives of Microbiology*. — 2022. — DOI: 10.1007/s00203-022-02889-8.
111. Shokri D., Khorasgani M. R., Mohkam M., Fatemi S. M., Ghasemi Y., Taheri-Kafrani A. The inhibition effect of lactobacilli against growth and biofilm formation of *Pseudomonas aeruginosa* // *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. — 2018. — Vol. 10, No. 1. — P. 34–42. — DOI: 10.1007/s12602-017-9267-9.
112. Atte V., Tulemissova Zh. K., Baikhozhaeva B. U., Ikombayev T. D., Omarova A. B. Identification of probiotic strains by modern analytical techniques // *News of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*. — 2019. — Vol. 3, No. 435. — P. 30–35.
113. Икомбаев Т. Д., Оспанова А. К., Тулемисова Ж. К., Омарова А. Б. Бактерияларды идентификациялау үшін API тест әдісін қолданудың тиімділігі // Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. «Современные вызовы для биотехнологии, ветеринарии и медицины», Гвардейский, 2020. — С. 171–177. — ISBN 978-61-332-123-5.
114. Sanders M. E., Merenstein D. J., Reid G., Gibson G. R., Rastall R. A. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic // *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. — 2019. — Vol. 16. — P. 605–616. — DOI: 10.1038/s41575-019-0173-3.
115. Sharma M., Wasan A., Sharma R. K. Recent developments in probiotics: An emphasis on *Bifidobacterium* // *Food Bioscience*. — 2021. — Vol. 41. — Art. 100993. — DOI: 10.1016/j.fbio.2021.100993.
116. Benjamin-van Aalst O., Dupont C., van der Zee L., Garssen J., Knipping K. Goat milk allergy and a potential role for goat milk in cow's milk allergy // *Nutrients*. — 2024. — Vol. 16. — Art. 2402. — DOI: 10.3390/nu16152402.
117. Chen X., Zhang Z., Niu H., Tian X., Tian H., Yao W., He H., Shi H., Li C., Luo J. Goat milk improves glucose metabolism in type 2 diabetic mice and protects pancreatic β -cell functions // *Molecular Nutrition & Food Research*. — 2024. — Vol. 68. — Art. e2200842. — DOI: 10.1002/mnfr.202200842.
118. Liu Y., Zhang F. Comparison of whole goat milk and its major fractions regarding the modulation of gut microbiota // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. — 2022. — Vol. 102. — P. 3618–3627. — DOI: 10.1002/jsfa.11708.
119. Islam M. Z., Uddin M. E., Rahman M. T., Islam M. A., Harun-ur-Rashid M. Isolation and characterization of dominant lactic acid bacteria from raw goat milk: assessment of probiotic potential and technological properties // *Small*

- Ruminant Research*. — 2021. — Vol. 205. — Art. 106532. — DOI: 10.1016/j.smallrumres.2021.106532.
120. Pisano M. B., Deplano M., Fadda M. E., Cosentino S. Microbiota of Sardinian goat's milk and preliminary characterization of prevalent LAB species for starter or adjunct cultures development // *BioMed Research International*. — 2019. — Art. 6131404. — DOI: 10.1155/2019/6131404.
121. Abdugamitova A., Serikbayeva A., Mateyeva A., Orymbetova G., Mateyeva S., Matibaeyva A., Toleugazykyzy A. *Proximate and fatty acid analysis of goat and goat-cow mixed milk cheeses* // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. — 2024. — Vol. 18. — P. 807–818. DOI: 10.5219/2000.
122. Икомбаев Т., Оспанова А. К., Омарова А. Б. Ешкі, жылқы және түйе сүттерінің салыстырмалы сипаттамасы // Сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. «Современные вызовы для биотехнологии, ветеринарии и медицины», Гвардейский, 2020. — С. 167–171. — ISBN 978-61-332-123-5.
123. Myktybaeva R. Zh., Kozhakhmetova Z. A., Omarova A. B., Ikombayev T. D. Development of starters for dairy products based on goat's milk // *Int. Conf. on Microbiology "Biology and Biotechnology of Microorganisms" (ICMBB 2021)*, 16–17 Sept. 2021, Tashkent, Uzbekistan. — Abstract Book. — P. 54–55.
124. Mkadem W., Indio V., Belguith K., Oussaief O., Savini F., Giacometti F., El Hatmi H., Serraino A., De Cesare A., Boudhrioua N. Influence of fermentation container type on chemical and microbiological parameters of spontaneously fermented cow and goat milk // *Foods*. — 2023. — Vol. 12. — Art. 1836. — DOI: 10.3390/foods12091836.
125. Premasiri D. A., Rajawardana D. U., Muddannayake D. C., Hewajulige I. G. Isolation, characterization and identification of industrially beneficial probiotic lactic acid bacteria from goat milk // *Journal of Agricultural Sciences*. — 2021. — Vol. 16. — P. 369–382. — DOI: 10.4038/jas.v16i2.9341.
126. Bangar S. P., Suri S., Trif M., Ozogul F. Organic acids production from lactic acid bacteria: a preservation approach // *Food Bioscience*. — 2022. — Vol. 46. — Art. 101615. — DOI: 10.1016/j.fbio.2022.101615.
127. Silva L. F., Sunakozawa T. N., Monteiro D. A., Casella T., Conti A. C., Todorov S. D., Penna A. L. B. Potential of cheese-associated lactic acid bacteria to metabolize citrate and produce organic acids and acetoin // *Metabolites*. — 2023. — Vol. 13. — Art. 1134. — DOI: 10.3390/metabo13111134.
128. Ferrari I. da S., de Souza J. V., Ramos C. L., da Costa M. M., Schwan R. F., Dias F. S. Selection of autochthonous lactic acid bacteria from goat dairies and their addition to evaluate the inhibition of *Salmonella typhi* in artisanal cheese // *Food Microbiology*. — 2016. — Vol. 60. — P. 29–38. — DOI: 10.1016/j.fm.2016.06.014.
129. Coelho M. C., Malcata F. X., Silva C. C. G. Lactic acid bacteria in raw-milk cheeses: from starter cultures to probiotic functions // *Foods*. — 2022. — Vol. 11. — Art. 2276. — DOI: 10.3390/foods11152276.
130. Goa T., Beyene G., Mekonnen M., Gorems K. Isolation and characterization of lactic acid bacteria from fermented milk produced in Jimma Town, Southwest Ethiopia, and evaluation of their antimicrobial activity against selected

- pathogenic bacteria // *International Journal of Food Science*. — 2022. — Art. 2076021. — DOI: 10.1155/2022/2076021.
131. Hadeef S., Idoui T., Sifour M., Genay M., Dary-Mouro A. Screening of wild lactic acid bacteria from Algerian traditional cheeses and goat butter to develop a new probiotic starter culture // *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. — 2023. — Vol. 15. — P. 387–399. — DOI: 10.1007/s12602-022-10000-2.
 132. Farid W., Masud T., Sohail A., Ahmad N., Naqvi S. M. S., Khan S., Ali A., Khalifa S. A., Hussain A., Ali S., Saghir M., Siddeeg A., Manzoor M. F. Gastrointestinal transit tolerance, cell surface hydrophobicity, and functional attributes of *Lactobacillus acidophilus* strains isolated from indigenous dahi // *Food Science & Nutrition*. — 2021. — Vol. 9. — P. 5092–5102. — DOI: 10.1002/fsn3.2468.
 133. Ruiz M. J., Medina L. M., Palacio M. I., Vega M. F., Etcheverría S., Frizzo L. S., Etcheverría A. I. Investigation of some probiotic and technological properties of lactic acid bacteria strains isolated from artisanal sheep milk cheese and their growth in goat milk // *Small Ruminant Research*. — 2024. — Vol. 238. — Art. 107329. — DOI: 10.1016/j.smallrumres.2024.107329.
 134. Qureshi N., Gu Q., Li P. Whole genome sequence analysis and in vitro probiotic characteristics of a *Lactobacillus paracasei* strain ZFM54 // *Journal of Applied Microbiology*. — 2020. — Vol. 129. — P. 422–433. — DOI: 10.1111/jam.14627.
 135. Dehghani Champiri I., Bamzadeh Z., Rahimi E., Rouhi L. *Lacticaseibacillus paracasei* LB12, a potential probiotic isolated from traditional Iranian fermented milk (doogh) // *Current Microbiology*. — 2023. — Vol. 80. — Art. 333. — DOI: 10.1007/s00284-023-03376-z.
 136. Sharma A., Lavania M., Singh R., Lal B. Identification and probiotic potential of lactic acid bacteria from camel milk // *Saudi Journal of Biological Sciences*. — 2021. — Vol. 28. — P. 1622–1632. — DOI: 10.1016/j.sjbs.2020.11.062.
 137. Bindu A., Lakshmidevi N. Identification and in vitro evaluation of probiotic attributes of lactic acid bacteria isolated from fermented food sources // *Archives of Microbiology*. — 2021. — Vol. 203. — P. 579–595. — DOI: 10.1007/s00203-020-02037-0.
 138. El Oirdi S., Lakhliifi T., Fraberger V., D'Amico S., Kaddouri A. C., Bouymajane A., Yatim M., Belhaj A. Probiotic features of three lactic acid bacteria strains isolated from foods and characterization of their bioactive molecules // *Microbiology*. — 2023. — Vol. 92. — P. 881–891. — DOI: 10.1134/S0026261722603554.
 139. Hojjati M., Behabhani B. A., Falah F. Aggregation, adherence, anti-adhesion and antagonistic activity properties relating to surface charge of probiotic *Lactobacillus brevis* gp104 against *Staphylococcus aureus* // *Microbial Pathogenesis*. — 2020. — Vol. 147. — Art. 104420. — DOI: 10.1016/j.micpath.2020.104420.
 140. Lau L. Y. J., Quek S. Y. Probiotics: health benefits, food application, and colonization in the human gastrointestinal tract // *Food Bioengineering*. — 2024. — Vol. 3. — P. 41–64. — DOI: 10.1002/fbe2.12078.

141. Yang Z., Ni L., Tian W., Chi H. Screening and identification of goat-milk-derived lactic acid bacteria with bacteriocin-like activity and probiotic potentials // *Microorganisms*. — 2023. — Vol. 11. — Art. 849. — DOI: 10.3390/microorganisms11040849.
142. Reuben R. C., Roy P. C., Sarkar S. L., Rubayet Ul Alam A. S. M., Jahid I. K. Characterization and evaluation of lactic acid bacteria from indigenous raw milk for potential probiotic properties // *Journal of Dairy Science*. — 2020. — Vol. 103. — P. 1223–1237. — DOI: 10.3168/jds.2019-17092.
143. Akinyemi M. O., Ogunremi O. R., Adeleke R. A., Ezekiel C. N. Probiotic potentials of lactic acid bacteria and yeasts from raw goat milk in Nigeria // *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. — 2024. — Vol. 16. — P. 163–180. — DOI: 10.1007/s12602-022-10022-w.
144. Fonseca H. C., de Sousa Melo D., Ramos C. L., Dias D. R., Schwan R. F. Probiotic properties of lactobacilli and their ability to inhibit the adhesion of enteropathogenic bacteria to Caco-2 and HT-29 cells // *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. — 2021. — Vol. 13. — P. 102–112. — DOI: 10.1007/s12602-020-09659-2.
145. Ayyash M. M., Abdalla A. K., AlKalbani N. S., Baig M. A., Turner M. S., Liu S. Q., Shah N. P. Invited review: Characterization of new probiotics from dairy and nondairy products—insights into acid tolerance, bile metabolism and tolerance, and adhesion capability // *Journal of Dairy Science*. — 2021. — Vol. 104. — P. 8363–8379. — DOI: 10.3168/jds.2021-20398.
146. da Silva L. A., Lopes Neto J. H. P., Cardarelli H. R. Safety and probiotic functionality of isolated goat milk lactic acid bacteria // *Annals of Microbiology*. — 2019. — Vol. 69. — P. 1497–1505. — DOI: 10.1007/s13213-019-01533-z.
147. de Moraes G. M. D., de Abreu L. R., do Egito A. S., Salles H. O., da Silva L. M. F., Nero L. A., Todorov S. D., Dos Santos K. M. O. Functional properties of *Lactobacillus mucosae* strains isolated from Brazilian goat milk // *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. — 2017. — Vol. 9. — P. 235–245. — DOI: [10.1007/s12602-016-9244-8](https://doi.org/10.1007/s12602-016-9244-8).
148. Islam M. Z., Jahan N., Liza R. I., Sojib M. S., Hasan M. S., Ferdous T., Islam M. A., Rashid M. H. Newly characterized *Lactiplantibacillus plantarum* strains isolated from raw goat milk as probiotic cultures with potent cholesterol-lowering activity // *Journal of Agriculture and Food Research*. — 2022. — Vol. 10. — Article 100427. DOI: [10.1016/j.jafr.2022.100427](https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100427).
149. Li T., Teng D., Mao R., Hao Y., Wang X., Wang J. A critical review of antibiotic resistance in probiotic bacteria // *Food Research International*. — 2020. — Vol. 136. — Article 109571. — DOI: [10.1016/j.foodres.2020.109571](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109571).
150. Saliba L., Zoumpopoulou G., Anastasiou R., Hassoun G., Karayiannis Y., Sgouras D. N., Tsakalidou E., Deiana P., Montanari L., Mangia N. P. Probiotic and safety assessment of *Lactobacillus* strains isolated from Lebanese Baladi goat milk // *International Dairy Journal*. — 2021. — Vol. 120. — Article 105092. — DOI: [10.1016/j.idairyj.2021.105092](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105092).

151. Grujović M. Ž., Marković K. G., Morais S., Semedo-Lemsaddek T. Unveiling the potential of lactic acid bacteria from Serbian goat cheese // *Foods*. — 2024. — Vol. 13. — Article 2065. — DOI:[10.3390/foods13132065](https://doi.org/10.3390/foods13132065).
152. Colautti A., Arnoldi M., Comi G., Iacumin L. Antibiotic resistance and virulence factors in lactobacilli: something to carefully consider // *Food Microbiology*. — 2022. — Vol. 103. — Article 103934. — DOI:[10.1016/j.fm.2021.103934](https://doi.org/10.1016/j.fm.2021.103934).
153. Ikombayev T. D., Ospanova A. K., Omarova A. B., Horackova Sh., Tuganbay A. K. Functional properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk and cottage cheese // *Journal of Agriculture and Food Research*. — 2025. — Vol. 21. — Article 101822.
154. Yelnetty A., Purwadi, Ekawati Tallei T. Indigenous lactic acid bacteria isolated from spontaneously fermented goat milk as potential probiotics // *Pakistan Journal of Biological Sciences*. — 2020. — Vol. 23. — P. 883–890. — DOI:[10.3923/pjbs.2020.883.890](https://doi.org/10.3923/pjbs.2020.883.890).
155. Capri F. C., Gaglio R., Botta L., Settanni L., Alduina R. Selection of starter lactic acid bacteria capable of forming biofilms on wooden vat prototypes for their future application in traditional Sicilian goat's milk cheese making // *International Journal of Food Microbiology*. — 2024. — Vol. 419. — Article 110752. — DOI:[10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110752](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2024.110752).
156. Агибаева А. Ж., Гаврилова Н. Б., Чернопольская Н. Л. Творожный продукт из козьего молока для специализированного питания // *Молочная промышленность*. — 2023. — № 6.
157. Faccia M. Chemical and technological characterization of dairy products // *Foods*. — 2020. — Vol. 9, №10. — Article 1475. — DOI:[10.3390/foods9101475](https://doi.org/10.3390/foods9101475).
158. Nalepa B., Markiewicz L.H. Microbiological Biodiversity of Regional Cow, Goat and Ewe Milk Cheeses Produced in Poland and Antibiotic Resistance of Lactic Acid Bacteria Isolated from Them // *Animals*. — 2023. — Vol. 13, No. 1. — Art. 168. — DOI: [10.3390/ani13010168](https://doi.org/10.3390/ani13010168).
159. ГОСТ 28283–2015. Молоко коровье. Метод органолептической оценки вкуса и запаха. — Москва: Стандартинформ, 2015.
160. ГОСТ 33526–2015. Молоко и продукты переработки молока. Методика определения содержания антибиотиков методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. — Москва: Стандартинформ, 2015.
161. ГОСТ 32254–2013. Молоко. Инструментальный экспресс-метод определения антибиотиков. — Москва: Стандартинформ, 2013.
162. ГОСТ Р 59507–2021. Молоко и молочное сырьё. Определение наличия остаточного содержания антибиотиков и лекарственных веществ иммунологическими методами. — Москва: Стандартинформ, 2021.
163. Богунов С. Ю. Моделирование и разработка технологии творожного продукта: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 // Воронежский государственный аграрный университет. — Воронеж, 2016. — 129 с.
164. Алексеев А. Л. Технология молока и молочных продуктов: учебное пособие // Персиановский. — 2023. — 167 с.

165. Ломов С. А. *Молочные продукты: производство и технология: учебник*. — Москва: Агропромиздат, 2008. — 256 с.
166. Стародубцева Л. П., Власова Е. В. Технология творога // *Молочная промышленность*. — 2021. — № 3. — С. 45–49.
167. ГОСТ 31759–2012. *Творог и творожные продукты. Общие технические условия*. — Москва: Стандартинформ, 2012. — 24 с.
168. Романов А. В. *Технология молока и молочных продуктов: учебник*. — М.: КолосС, 2015. — 528 с.
169. Певзнер М. И. *Руководство по диетологии*. — М.: Медицина, 1984. — 384 с.
170. Haenlein G.F.W. Goat milk in human nutrition // *Small Ruminant Research*. — 2004. — Vol. 51, Issue 2. — P. 155–163. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2003.08.010.
171. Park Y.W. Bioactive components in goat milk // In: *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*. Ed. Y.W. Park. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, USA. — 2009. — P. 43–81. DOI: 10.1002/9780813821504.ch3.
172. Ranadheera C.S., Evans C.A., Adams M.C., Baines S.K. *Probiotic viability and physico-chemical and sensory properties of plain and stirred fruit yogurts made from goat's milk* // *Food Chemistry*. — 2012. — Vol. 135, Issue 3. — P. 1411–1418. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.06.025.
173. Silva M.C., Silva H.L., Costa M.C. Fermented goat milk and health benefits: A review // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. — 2017. — Vol. 57, Issue 17. — P. 3567–3578. DOI: 10.1080/10408398.2016.1205796.
174. Champagne C.P., Gardner N.J., Roy D. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. — 2005. — Vol. 45, Issue 1. — P. 61–84. DOI: 10.1080/10408690590900309.
175. Gänzle M.G., Follador R. Metabolism of oligosaccharides and starch in lactobacilli: A review // *Frontiers in Microbiology*. — 2012. — Vol. 3. — Article 340. DOI: 10.3389/fmicb.2012.00340.
176. Fooks L.J., Gibson G.R. Probiotics as modulators of the gut flora // *British Journal of Nutrition*. — 2002. — Vol. 88, Supplement 1. — P. S39–S49. DOI: 10.1079/BJN2002689.
177. Bernet M.F., Brassart D., Neeser J.R., Servin A.L. Adhesion of human bifidobacterial strains to cultured human intestinal epithelial cells and inhibition of enteropathogen–cell interactions // *Applied and Environmental Microbiology*. — 1993. — Vol. 59, Issue 12. — P. 4121–4128. DOI: 10.1128/aem.59.12.4121-4128.1993.
178. O'Flaherty S.J., Klaenhammer T.R. The role and potential of probiotic bacteria in the gut, and the communication between gut microflora and host // *International Dairy Journal*. — 2010. — Vol. 20. — Pp. 262–268. — DOI: 10.1016/j.idairyi.2009.10.017.
179. Park Y.W. Goat milk — chemistry and nutrition // In: *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. Eds. Y.W. Park, G.F.W. Haenlein. — Oxford: Blackwell Publishing, 2006. — P. 34–58. ISBN: 9780813808744.

180. El-Agamy E.I. The challenge of cow milk protein allergy // *Small Ruminant Research*. — 2007. — Vol. 68, Issues 1–2. — P. 64–72. DOI: [10.1016/j.smallrumres.2006.09.016](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.016).
181. Ceballos L.S., Morales E.R., Adarve G.T., et al. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology // *Journal of Food Composition and Analysis*. — 2009. — Vol. 22, Issue 4. — P. 322–329. DOI: [10.1016/j.jfca.2009.01.002](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2009.01.002).
182. Farahmand N., Ouoba L.I.I., Naghizadeh Raeisi S., Sutherland J., Ghoddusi H.B. Probiotic *Lactobacilli* in fermented dairy products: selective detection, enumeration and identification scheme // *Microorganisms*. — 2021. — Vol. 9, No. 8. — Art. 1600. — DOI: [10.3390/microorganisms9081600](https://doi.org/10.3390/microorganisms9081600).
183. Asefa Z., Tesfaye A., Desalegn A., Daba T., Haile T. Formulation and evaluation of probiotic starter culture: impact on Ethiopian cottage cheese “Ayib” safety, stability, sensory acceptability and antioxidant potential // *One Health Outlook*. — 2025. — Vol. 7:17. — DOI: [10.1186/s42522-025-00138-8](https://doi.org/10.1186/s42522-025-00138-8).
184. Oldak A., Zielińska D., Cieślińska A., et al. Quantity of selected probiotic cultures in semi-hard cheese with low cooking curd during the maturation process // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. — 2015. — Vol. 65, No. 3. — P. 193–198. — DOI: [10.1515/pjfn-2015-0017](https://doi.org/10.1515/pjfn-2015-0017).
185. Zawistowska-Rojek A., Zaręba T., Tyski S. Microbiological testing of probiotic preparations // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. — 2022. — Vol. 19, No. 9. — Article 5701. — DOI: [10.3390/ijerph19095701](https://doi.org/10.3390/ijerph19095701).
186. EL-Sayed A.I.M., El-Borai A.M., Akl S.H., EL-Aassar S.A., Abdel-Latif M.S. Identification of *Lactobacillus* strains from human mother milk and cottage cheese, revealed potential probiotic properties with enzymatic activity // *Scientific Reports*. — 2022. — Vol. 12, Article 22522. — DOI: [10.1038/s41598-022-27003-2](https://doi.org/10.1038/s41598-022-27003-2).
187. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). — Принят решением КТС № 67 от 09.10.2013 г.
188. Rahmatalla S.A., Arends D., Brockmann G.A., et al. Genetic and protein variants of milk caseins in goats // *Frontiers in Genetics*. — 2022. — Vol. 13. — Article 995349. — DOI: [10.3389/fgene.2022.995349](https://doi.org/10.3389/fgene.2022.995349).
- 189.** Masoodi T.A., Shafi G. Analysis of casein α S1 & α S2 proteins from different mammalian species // *Bioinformation*. — 2010. — Vol. 4, No. 9. — P. 430–435. — DOI: [10.6026/97320630004430](https://doi.org/10.6026/97320630004430).
190. Pawlos M., Znamirska A., Kluz M., Szajnar K., Kowalczyk M. Low-lactose fermented goat milks with *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* BB-12 // *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. — 2020. — Vol. 9, No. 4. — Pp. 751–755. — DOI: [10.15414/jmbfs.2020.9.4.751-755](https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.9.4.751-755).
191. Panchal G.S.B., Hati S., Darji V.B., Prajapati J.B. Antioxidant activities, proteolytic activity and growth behavior of *Lactobacillus* cultures during fermentation of goat milk // *Indian Journal of Dairy Science*. — 2020. — Vol. 73, No. 1. — P. 57–66. — DOI: [10.33785/IJDS.2020.v73i01.010](https://doi.org/10.33785/IJDS.2020.v73i01.010).

192. Ziarno M., Mituniewicz-Małek A., Dmytrów I. Effect of the addition of *Bifidobacterium* monocultures on the physical, chemical, and sensory characteristics of fermented goat milk // *Journal of Dairy Science*. — 2017. — Vol. 100, No. 7. — Pp. 5077–5083. — DOI: [10.3168/jds.2017-12577](https://doi.org/10.3168/jds.2017-12577).
193. Papademas P., Kamilari E., Aspri M., Anagnostopoulos D.A., Mousikos P., Kamilaris A., Tsaltas D. Investigation of the Cyprus donkey milk bacterial diversity by 16S rDNA high-throughput sequencing in a Cyprus donkey farm // *arXiv*. — 2020. — Article 2009.02156. — URL: <https://arxiv.org/abs/2009.02156>.
194. Chen D., Li X.Y., Zhao X., Qin Y.S., Zhang X.X., Li J., Wang J.M., Wang C.F. Proteomics and microstructure profiling of goat milk protein after homogenization // *Journal of Dairy Science*. — 2019. — Vol. 102, No. 5. — Pp. 3839–3850. — DOI: [10.3168/jds.2018-15363](https://doi.org/10.3168/jds.2018-15363).
195. Dimitrellou D., Salamoura C., Kontogianni A., Katsipi D., Kandyli P., Zakynthinos G., Varzakas T. Effect of milk type on the microbiological, physicochemical and sensory characteristics of probiotic fermented milk // *Microorganisms*. — 2019. — Vol. 7, No. 9. — Article 274. — DOI: [10.3390/microorganisms7090274](https://doi.org/10.3390/microorganisms7090274).
196. Gromova L.V., Ermolenko E.I., Sepp A.L. et al. *Gut digestive function and microbiome after correction of experimental dysbiosis in rats by indigenous bifidobacteria* // *Microorganisms*. — 2021. — Vol. 9, No. 3, Art. 522. — DOI: [10.3390/microorganisms9030522](https://doi.org/10.3390/microorganisms9030522).
197. Фисун А.Я., Соловьёв А.Г., Степанова Н.Н. Функциональные кисломолочные продукты с пробиотическими культурами: значение для здоровья человека // *Вопросы питания*. — 2021. — Т. 90, № 5. — С. 101–107. — DOI: [10.24411/0042-8833-2021-10050](https://doi.org/10.24411/0042-8833-2021-10050).
198. Hill C., Guarner F., Reid G., et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic // *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. — 2014. — Vol. 11, No. 8. — Pp. 506–514. — DOI: [10.1038/nrgastro.2014.66](https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66).
199. Ouwehand A.C., Tiihonen K., Saarinen M., et al. Influence of probiotic supplementation on the microbiota composition and immune markers // *British Journal of Nutrition*. — 2015. — Vol. 113, No. 6. — Pp. 892–900. — DOI: [10.1017/S0007114514004216](https://doi.org/10.1017/S0007114514004216).
200. Guo S., Chen M., Wu T., Liu K., Zhang H., Wang J. Probiotic *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* Probio M8 improves the properties and organic acid metabolism of fermented goat milk // *Journal of Dairy Science*. — 2022. — Vol. 105, No. 12. — Pp. 9426–9438. — DOI: [10.3168/jds.2022-22003](https://doi.org/10.3168/jds.2022-22003).
201. Casarotti S.N., Borgonovi T.V., Tieghi T.M., Sivieri K., et al. Probiotic low-fat fermented goat milk with passion fruit by-product: in vitro effect on obese individuals' microbiota and on metabolites production // *Food Research International*. — 2020. — Vol. 136. — Art. 109453. — DOI: [10.1016/j.foodres.2019.108954](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108954).
202. Alkadour M.I., Pryanichnikova N.S., Yurova E.A., Petrov A.N. Effect of Thermal Treatment and Pasteurization on Milk Powder Quality // *Food*

Processing: Techniques and Technology. — 2024. — Vol. 54, No. 2. — P. 275–284. — DOI: 10.21603/2074-9414-2024-2-2506.

203. Крусъ, А.Г., Храмцов, З.В., Волокитина, С. В. (2003). Технология молока и молочных продуктов. КолосС:Москва.
204. Моторыгин П. Ю., Ветрова А. Д. Экономическая эффективность сельскохозяйственного сектора: факторы, влияющие на производительность и конкурентоспособность // Современные инновации, системы и технологии (Modern Innovations, Systems and Technologies). — 2024. — Т. 4, № 4. — С. 0501–0509. — DOI: 10.47813/2782-2818-2024-4-4-0501-0509.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

>10_5-2-1_EF71346868

AGCTATACGTTGATGATCGGTGCTTGCACCGAGATTCAACATGGAACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAACACGTGGGTAACT
CTGCCCTTAAGTGGGGGATAACATTTGGAACAGATGCTAATACCGCATAGATCCAAGAACCGCATGGTTCTTGGCTGAA
AGATGGCGTAAGCTATCGCTTTTGGATGGACCCGCGCGGTATTAGCTAGTTGGTGAGGTAAATGGCTCACCAGGCGATGA
TACGTAGCCGAAGTGAAGGTTGATCGGCCACATTGGGACTGAGACACGGCCCAAACCTCTACGGGAGGCGAGCAGTAGGG
AATCTTCCACAATGGACGCAAGTCTGATGGAGCAACGCGCGGTGAGTGAAGAAGGCTTTCCGGGTCGTAAAACTCTGTTGT
TGGAGAAGAATGGTCGGCAGAGTAAGTGTGCCGGCGTGACGGTATCCAACCAGAAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGC
AGCCGCGGTAAATACGTAGGTGGCAAGCGTTATCCGGATTATTTGGGCGTAAAGCGAGCGCAGGCGGTTTTTAAAGTCTGA
TGTGAAAGCCCTCGGCTTAACCGAGGAAGCGCATCGGAACTGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGACAGTGGAACCTCCAT
GTGTAGCGGTGAAATGCGTAGATATATGGAAGAACACCACTGGCGAAGGCGGCTGTCTGGTCTGTAAGTACGCTGAGGC
TCGAAAGCATGGGTAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTGTAGTCCATGCCGTAACCATGAATGCTAGGTGTTGGAGGGTT
TCCGCCCTTACGTGCCGACGTAACGCATTAAGCATTCGCCCTGGGGAGTACGACCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATT
GACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAAATTCGAAGCAACGCGAAGAACCCTTACCAGGTCTTGACATCTTT
TGATCACCTGAGAGATCAGGTTTCCCTTCCGGGGCAAAATGACAGGTGGTGCATGGTGTCTGTCAGCTCGTGTCTGAG
ATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTATGACTAGTTGCCAGCATTTAGTTGGGCACTCTAGTAAGACTGCC
GGTGACAACCGGAGGAAGTGGGGATGACGTCAATCATC

>11_5-2-3_EF71346869

AACCGAGATTCAACATGGAACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAACACGTGGGTAACTGCCCTTAAGTGGGGGATAACATTT
GGAACAGATGCTAATACCGCATAGATCCAAGAACCGCATGGTTCTTGGCTGAAAGATGGCGTAAGCTATCGCTTTTGGTA
TGGACCCGCGGCGATTGAAAGATGGCTTCGGCTATCACTTTGGATGGTCCCGCGGCGATTAGCTAGATGGTGGGT
GGCCACATTGGGACTGAGACACGGCCCAAACCTCTACGGGAGGCGAGCAGTAGGGAATCTTCCACAATGGACGCAAGTCTG
ATGGAGCAACGCGCGGTGAGTGAAGAAGGCTTTCCGGTCGTAAAACTCTGTTGTTGGAGAAGAATGGTCGGCAGAGTAAC
TGTTCGCCGGCTGACGGTATCCAACCAGAAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAAATACGTAGGTGCAAG
CGTTATCCGGATTATTTGGGCGTAAAGCGAGCGCAGCGGCTTTTAAAGTCTGATGTGAAAGCCCTCGGCTTAAACCGAGG
AAGCGCATCGGAACTGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGACAGTGGAACCTCCATGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGATATA
TGGAAGAACACCACTGGCGAAGGCGGCTGTCTGGTCTGTAAGTACGCTGAGGCTCGAAAGCATGGGTAGCGAACAGGAT
TAGATACCTGGTAGTCCATGCGCTAAACGATGAATGCTAGGTGTTGGAGGGTTTCCGCCCTTCACTGCGCGAGCTAACG
CATTAAGCATTCGCCCTGGGAGTACGACCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAG
CATGTGGTTAATTCGAAGCAACGCGAAGAACCCTTACCAGGTCTTGACATCTTTTGATCACCTGAGAGATCAGGTTTCCC
CTTCGGGGGCAAAATGACAGGTGGTGCATGGTGTCTGTCAGCTCGTGTCTGTG

>2_5-3-6_EF71346862

AGCTGTAAGTGACAAGTGAACGAACTCTGGTATTGATTGGTGCTTGCATCATGATTACATTTAGTGAAGTGGCGAACT
GGTGAGTAACACGTGGGAAACCTGCCAGAAAGCGGGGATAACACCTGGAAACAGATGCTAATACCGCATAAACACTTGG
ACCGCATGGTCCGAGTTTGAAGATGGCTTCGGCTATCACTTTGGATGGTCCCGCGGCGATTAGCTAGATGGTGGGT
AACGGCTCACCATGGCAATGATACGTAGCCGACCTGAGAGGGTAATCGGCCACATTGGGACTGAGACACGGCCCAAACCTC
CTACGGGAGGACAGCAGTAGGGAATCTTCCACAATGGACGAAAGTCTGATGGAGCAACGCGCGGTGAGTGAAGAAGGGTTT
CGGCTCGTAAAACTCTGTTGTTAAAGAAGAATATCTGAGAGTAAGTGTTCAGGTATTGACGGTATTTAACCAGAAAGC
CACGGCTAACTACGTGCGCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTCGGGATTATTTGGGCGTAAAGCGGAGCG
CAGGCGGTTTTTAAAGTCTGATGTGAAAGCCTTCGGCTCAACCGAAGAAGTGCATCGGAACTGGGAACTTGAGTGCAG
AAGAGGACAGTGGAACCTCCATGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGATATATGGAAGAACACCACTGGCGAAGGCGGCTGTCTG
GTCTGTAACTGACGCTGAGGCTCGAAAGTATGGGTAGCAGACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCCTGAGTCCAGTAACGATG
AATGCTAAGTGTGGAGGGTTTCCGCCCTTCACTGCTGCAGCTAACGCATTAAGCATTCGCCCTGGGAGTACGGCCGCA
AGGCTGAAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTAATTGGAAGCTACGCGAAGAACC
TTACCAGGTCTTGACATCTACTATGCAATCTAAGAGATTAGACGTTCCCTTCGGGGACATGGATACAGGTGGTGCATGGTT
GTCTGACGCTCGTGTGAGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTATTATCAGTTGCCAGCATTAAGT T
GGGCACT

>3_5-3-7_EF71346863

TGTTAAGTGCAAGTGAACGAGTTCTCGTTGATGATCGGTGCTTGCACCGAGATTCAACATGGAACGAGTGGCGGACGGG
TGAGTAACACGTGGGTAACTGCCCTTAAGTGGGGGATAACATTTGGAACAGATGCTAATACCGCATAGATCCAAGAAC
CGCATGGTTCTTGGCTGAAAGATGGCGTAAGCTATCGCTTTTGGATGGACCCGCGCGGTATTAGCTAGTTGGTGAGGTA
TGGCTCACCAAGGCGATGATACGTAGCCGAAGTGAAGGTTGATCGGCCACATTGGGACTGAGACACGGCCCAAACCTCCT
ACGGGAGGACAGCAGTAGGGAATCTTCCACAATGGACGCAAGTCTGATGGAGCAACGCGCGGTGAGTGAAGAAGGCTTTCC
GGTCTGTAACACTCTGTTGTTGGAGAAGAATGGTCGGCAGAGTAAGTGTTCGGCGTGACGGTATCCAACCAGAAAGCCA
CGGCTAACTACGTGCCAGCAGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTATCCGGATTATTGGGCGTAAAGCGGAGCGCA
GGCGGTTTTTAAAGTCTGATGTGAAAGCCCTCGGCTTAACCGAGGAAGCGCATCGGAACTGGGAACTTGAGTGCAGAA
GAGGACAGTGGAACCTCCATGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGATATATGGAAGAACACCACTGGCGAAGGCGGCTGTCTGGT
CTGTAAGTACGCTGAGGCTCGAAAGCATGGGTAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCATGCGCTAAACGATGAA
TGCTAGGTGTTGGAGGGTTTCCGCCCTTCACTGCCGACGTAACGCATTAAGCATTCGCCCTGGGAGTACGACCGCAAG
GTTGAAACTCAAAGGAATTGACGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTAATTGGAAGCAACGCGGAAGAACCCT
ACCAGGTCTTGACATCTTTGATCACCTGAGAGATCAGGTTTCCCTTCGGGGGCAAAATGACAGGTGGTGCATGGTGTCT
GTGAGCTCGTGTGATGATGTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTATGACTAGTTGCCAGCATTTAGTTGGG

>5_KAN_EL_4_EF71346864

ATACGCTGTGATGATCGGTGCTTGCACCGAGATTCAACATGGAACGAGTGGCGGACGGGTGAGTAACACGTGGGTAACT
GCCCTTAAGTGGGGGATAACATTTGGAACAGATGCTAATACCGCATAGATCCAAGAACCGCATGGTTCTTGGCTGAAAG
ATGGCGTAAGCTATCGCTTTTGGATGGACCCGCGCGGTATTAGCTAGTTGGTGAGGTAATGGCTCACCAAGGCGATGATA
CGTAGCCGAAGTGAAGGTTGATCGGCCACATTGGGACTGAGACACGGCCCAAACCTCTACGGGAGGCGAGCAGTAGGGAA
TCTTCCACAATGGACGCAAGTCTGATGGAGCAACGCGCGGTGAGTGAAGAAGGCTTTCGGGTCGTAAAACTCTGTTGTTG
GAGAAGAATGGTCGGCAGAGTAAGTGTTCGGCGTGACGGTATCCAACCAGAAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGCAG
CCGCGGTAAATACGTAGGTGGCAAGCGTTATCCGGATTATTGGGCGTAAAGCGAGCGCAGGCGGTTTTTAAAGTCTGATG
TGAAAGCCCTCGGCTTAACCGAGGAAGCGCATCGGAACTGGGAACTTGAGTGCAGAAGAGGACAGTGGAACCTCCATGT
GTAGCGGTGAAATGCGTAGATATATGGAAGAACACCACTGGCGAAGGCGGCTGTCTGGTCTGTAAGTACGCTGAGGCTC
GAAAGCATGGGTAGCGAACAGGATTAGATACCTGGTAGTCCATGCCGTAACCATGAATGCTAGGTGTTGGAGGGTTTC
CGCCCTTCACTGCCGACGATTAACGCATTACGCTGCGGGAGTACGACCGCAAGGTTGAAACTCAAAGGAATTGA
CGGGGGCCCGCACAAAGCGGTGGAGCATGTGGTTTAAATTCGAAGCAACGCGAAGAACCCTTACCAGGTCTTGACATCTTTG
ATCACCTGAGAGATCAGGTTTCCCTTCGGGGGCAAAATGACAGGTGGTGCATGGTGTCTGTCAGCTCGTGTCTGGGAGAT
GTTGGGTTAAGTCCCGCAACGAGCGCAACCCCTTATGACTAGTTGCCAGCATTTAGTTGGG
TGACAAACCGGAGGAA

Bruker Daltonik MALDI Biotyper Classification Results

Project Info:

Project Name: 221012_MALDI_OLSANSKA
 Project Description:
 Project Owner: admin@FLEX-PC
 Project Creation Date/Time: 2022-10-12T12:57:41.059
 Project Analyte Count: 74
 Project Type: Development
 Validation: not present
 Validation Position:

Result Overview

Analyte Name	Analyte ID	Organism (best match)	Score Value	Organism (second best match)	Score Value
B11 (++)(A)	5,2,1	Lactobacillus plantarum	2.206	Lactobacillus plantarum	2.103
B12 (++)(A)	5,2,1	Lactobacillus plantarum	2.264	Lactobacillus plantarum	2.183
B13 (++)(A)	5,2,1	Lactobacillus plantarum	2.179	Lactobacillus plantarum	2.13
B14 (++)(A)	5,2,1	Lactobacillus plantarum	2.282	Lactobacillus plantarum	2.172
B15 (-)(C)	5,2,3	not reliable identification	1.679	not reliable identification	1.648
B16 (+)(B)	5,2,3	Lactobacillus gallinarum	1.78	not reliable identification	1.692
B17 (+)(B)	5,2,3	Lactobacillus gallinarum	1.803	not reliable identification	1.692
B18 (+)(B)	5,2,3	Lactobacillus gallinarum	1.742	not reliable identification	1.687
B19 (+)(B)	5,3,6	Lactobacillus gallinarum	1.867	not reliable identification	1.674
B20	5,3,6	Lactobacillus gallinarum	1.919	Lactobacillus ultunensis	1.87

(+)(B)					
B21 (+)(B)	5,3,6	Lactobacillus gallinarum	1.899	Lactobacillus amylovorus	1.764
B22 (+)(B)	5,3,6	Lactobacillus gallinarum	1.896	Lactobacillus ultunensis	1.843
B23 (+)(B)	5,3,7	Lactobacillus amylovorus	1.849	Lactobacillus helveticus	1.801
B24 (+)(B)	5,3,7	Lactobacillus ultunensis	1.866	Lactobacillus gallinarum	1.85
C1 (+)(B)	5,3,7	Lactobacillus ultunensis	1.867	Lactobacillus ultunensis	1.836
C2 (+)(B)	5,3,7	Lactobacillus ultunensis	1.987	Lactobacillus acidophilus	1.862
C15 (+)(B)	KAN EI 4	Lactobacillus ultunensis	1.887	Lactobacillus acidophilus	1.881
C16 (+)(B)	KAN EI 4	Lactobacillus helveticus	1.957	Lactobacillus ultunensis	1.953
C17 (+)(B)	KAN EI 4	Lactobacillus helveticus	1.891	Lactobacillus ultunensis	1.871
C18 (++)(A)	KAN EI 4	Lactobacillus ultunensis	2.117	Lactobacillus acidophilus	1.99

Analyte35

Analyte Name: B11
Analyte Description:
Analyte ID: 5,2,1
Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.598
Applied MSP Library(ies):
Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 2648 DSM	2.206	1590
2 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 12028 DSM	2.103	1590
3 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 13273 DSM	2.095	1590
4 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 2601 DSM	2.062	1590
5 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 1055 DSM	2.023	1590
6 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 20246 DSM	2.012	1590
7 (+)	Lactobacillus plantarum ssp argenteratensis DSM 16365T DSM	1.991	271881
8 (+)	Lactobacillus plantarum ssp plantarum DSM 20174T DSM	1.93	337330
9 (+)	Lactobacillus plantarum DSM 20205 DSM	1.857	1590
10 (+)	Lactobacillus pentosus DSM 20199 DSM	1.822	1589

Analyte36

Analyte Name: B12
Analyte Description:
Analyte ID: 5,2,1
Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:11.694
Applied MSP Library(ies):
Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank	Matched Pattern	Score	NCBI
------	-----------------	-------	------

(Quality)		Value	Identifier
1 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 2648 DSM	2.264	1590
2 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 2601 DSM	2.183	1590
3 (++)	Lactobacillus plantarum ssp argenteratensis DSM 16365T DSM	2.179	271881
4 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 12028 DSM	2.174	1590
5 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 13273 DSM	2.161	1590
6 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 20246 DSM	2.138	1590
7 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 1055 DSM	2.116	1590
8 (++)	Lactobacillus plantarum ssp plantarum DSM 20174T DSM	2.079	337330
9 (+)	Lactobacillus plantarum DSM 20205 DSM	1.93	1590
10 (+)	Lactobacillus pentosus DSM 20199 DSM	1.71	1589

Analyte37

Analyte Name: B13
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,2,1
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:11.267
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 2648 DSM	2.179	1590
2 (++)	Lactobacillus plantarum ssp argenteratensis DSM 16365T DSM	2.13	271881
3 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 13273 DSM	2.109	1590
4	Lactobacillus plantarum DSM 1055 DSM	2.08	1590

(++)			
5 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 2601 DSM	2.072	1590
6 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 12028 DSM	2.053	1590
7 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 20246 DSM	2.002	1590
8 (+)	Lactobacillus plantarum ssp plantarum DSM 20174T DSM	1.972	337330
9 (+)	Lactobacillus plantarum DSM 20205 DSM	1.954	1590
10 (+)	Lactobacillus paraplantarum DSM 10641 DSM	1.761	60520

Analyte38

Analyte Name: B14
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,2,1
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:11.251
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 2648 DSM	2.282	1590
2 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 13273 DSM	2.172	1590
3 (++)	Lactobacillus plantarum ssp argenteratensis DSM 16365T DSM	2.108	271881
4 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 2601 DSM	2.095	1590
5 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 1055 DSM	2.074	1590
6 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 20246 DSM	2.063	1590
7 (++)	Lactobacillus plantarum DSM 12028 DSM	2.055	1590
8	Lactobacillus plantarum DSM 20205 DSM	1.956	1590

(+)			
9 (+)	Lactobacillus plantarum ssp plantarum DSM 20174T DSM	1.932	337330
10 (+)	Lactobacillus paraplantarum DSM 10667T DSM	1.74	60520

Analyte39

Analyte Name: B15
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,2,3
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.456
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.679	227945
2 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.648	227945
3 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.564	1604
4 (-)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.508	1587
5 (-)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.477	52242
6 (-)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.442	237446
7 (-)	Lactobacillus acidophilus DSM 20079T DSM	1.406	1579
8 (-)	Arthrobacter citreus DSM 20133T DSM	1.389	1670
9 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 16698 DSM	1.375	1604
10 (-)	Burkholderia gladioli Wv22575 CHB	1.332	28095

Analyte40

Analyte Name: B16
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,2,3
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.649
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.78	52242
2 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.692	227945
3 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.69	227945
4 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.61	1604
5 (-)	Lactobacillus curvatus DSM 20496 DSM	1.549	28038
6 (-)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.493	1587
7 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 16698 DSM	1.405	1604
8 (-)	Lactobacillus curvatus DSM 20010 DSM	1.383	28038
9 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20532 DSM	1.377	1604
10 (-)	Lactobacillus reuteri DSM 20056 DSM	1.364	1598

Analyte41

Analyte Name: B17
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,2,3
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.799
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.803	52242

(+)			
2 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.692	227945
3 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.559	227945
4 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.432	1604
5 (-)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.432	1587
6 (-)	Lactobacillus curvatus DSM 20010 DSM	1.348	28038
7 (-)	Lactobacillus sakei ssp carnosus DSM 15740 DSM	1.295	214325
8 (-)	Aeromonas veronii CECT 4199T DSM	1.287	654
9 (-)	Lactobacillus curvatus DSM 20496 DSM	1.282	28038
10 (-)	Klebsiella oxytoca ATCC 700324 THL	1.282	571

Analyte42

Analyte Name: B18
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,2,3
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.631
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.742	52242
2 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.687	227945
3 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.614	1604
4 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.598	227945
5	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.408	1587

(-)			
6 (-)	Lactobacillus delbrueckii ssp indicus DSM 15996T DSM	1.316	249265
7 (-)	Lactobacillus sakei ssp carnosus DSM 15740 DSM	1.285	214325
8 (-)	Burkholderia gladioli Wv22575 CHB	1.279	28095
9 (-)	Lactobacillus jensenii 154 RLT	1.223	109790
10 (-)	Tsukamurella sp RV_Feb_05 MLD	1.221	2060

Analyte43

Analyte Name: B19
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,3,6
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:11.669
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.867	52242
2 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.674	227945
3 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.568	227945
4 (-)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.557	237446
5 (-)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.527	1587
6 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.524	1604
7 (-)	Lactobacillus crispatus DSM 20356 DSM	1.471	47770
8 (-)	Lactobacillus graminis DSM 20719T DSM	1.419	60519
9	Lactobacillus jensenii 154 RLT	1.397	109790

(-)			
10 (-)	Lactobacillus jensenii DSM 20557T DSM	1.373	109790

Analyte44

Analyte Name: B20
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,3,6
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.816
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.919	52242
2 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.87	227945
3 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.778	227945
4 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.725	1604
5 (-)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.604	1579
6 (-)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.54	1587
7 (-)	Lactobacillus acidophilus DSM 20079T DSM	1.539	1579
8 (-)	Burkholderia gladioli Wv22575 CHB	1.467	28095
9 (-)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.394	237446
10 (-)	Lactobacillus curvatus DSM 20010 DSM	1.37	28038

Analyte45

Analyte Name: B21
 Analyte Description:

Analyte ID: 5,3,6
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:11.277
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.899	52242
2 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.764	1604
3 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.757	227945
4 (+)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.706	1587
5 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.686	227945
6 (-)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.685	237446
7 (-)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.421	1579
8 (-)	Lactobacillus crispatus DSM 20356 DSM	1.412	47770
9 (-)	Burkholderia gladioli Wv22575 CHB	1.403	28095
10 (-)	Lactobacillus graminis DSM 20719T DSM	1.325	60519

Analyte46

Analyte Name: B22
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,3,6
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.673
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.896	52242

2 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.843	227945
3 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.746	227945
4 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.676	1604
5 (-)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.65	1579
6 (-)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.513	237446
7 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20531T DSM	1.465	1604
8 (-)	Lactobacillus sakei DSM 20494 DSM	1.464	1599
9 (-)	Lactobacillus kalixensis DSM 16043T DSM	1.443	227944
10 (-)	Lactobacillus sakei DSM 20101 DSM	1.434	1599

Analyte47

Analyte Name: B23
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,3,7
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:11.727
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.849	1604
2 (+)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.801	1587
3 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.795	227945
4 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20531T DSM	1.786	1604
5 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.77	52242

6 (+)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.728	237446
7 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20079T DSM	1.714	1579
8 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.648	227945
9 (-)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.639	1579
10 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 16698 DSM	1.616	1604

Analyte48

Analyte Name: B24
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,3,7
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.481
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.866	227945
2 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.85	52242
3 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.771	1604
4 (+)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.727	1587
5 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.716	1579
6 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20531T DSM	1.714	1604
7 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 16698 DSM	1.683	1604
8 (-)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.666	227945
9 (-)	Lactobacillus acidophilus DSM 20079T DSM	1.657	1579

10 (-)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.622	237446
-----------	--	-------	------------------------

Analyte49

Analyte Name: C1
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,3,7
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.866
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.867	227945
2 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.836	227945
3 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.798	52242
4 (+)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.781	1587
5 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.719	1579
6 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.65	1604
7 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20531T DSM	1.628	1604
8 (-)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.61	237446
9 (-)	Lactobacillus crispatus DSM 20356 DSM	1.597	47770
10 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 16698 DSM	1.595	1604

Analyte50

Analyte Name: C2
 Analyte Description:
 Analyte ID: 5,3,7
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:11.384

Applied MSP Library(ies):

Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.987	227945
2 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.862	1579
3 (+)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.841	1587
4 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.824	52242
5 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.807	227945
6 (+)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.793	237446
7 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.778	1604
8 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 16698 DSM	1.701	1604
9 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20531T DSM	1.694	1604
10 (-)	Lactobacillus acidophilus DSM 20079T DSM	1.583	1579

Analyte63

Analyte Name: C15

Analyte Description:

Analyte ID: KAN EI 4

Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:11.083

Applied MSP Library(ies):

Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.887	227945
2 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.881	1579
3	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.85	227945

(+)			
4 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20531T DSM	1.848	1604
5 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.835	1604
6 (+)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.828	237446
7 (+)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.815	1587
8 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 16698 DSM	1.812	1604
9 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20079T DSM	1.806	1579
10 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.707	52242

Analyte64

Analyte Name: C16
 Analyte Description:
 Analyte ID: KAN EI 4
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:11.426
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.957	1587
2 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.953	227945
3 (+)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.917	237446
4 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.882	1579
5 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.876	52242
6 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.863	1604
7	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.796	227945

(+)			
8 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20079T DSM	1.743	1579
9 (-)	Lactobacillus crispatus DSM 20584T DSM	1.592	47770
10 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 20531T DSM	1.551	1604

Analyte65

Analyte Name: C17
 Analyte Description:
 Analyte ID: KAN EI 4
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.364
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (+)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.891	1587
2 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	1.871	227945
3 (+)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.857	237446
4 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.854	227945
5 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20079T DSM	1.827	1579
6 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.813	52242
7 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.794	1604
8 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.784	1579
9 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20531T DSM	1.773	1604
10 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 16698 DSM	1.73	1604

Analyte66

Analyte Name: C18
 Analyte Description:
 Analyte ID: KAN EI 4
 Analyte Creation Date/Time: 2022-10-12T13:02:10.311
 Applied MSP Library(ies):
 Applied Taxonomy Tree: Bruker Taxonomy

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (++)	Lactobacillus ultunensis DSM 16048 DSM	2.117	227945
2 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20242 DSM	1.99	1579
3 (+)	Lactobacillus ultunensis DSM 16047T DSM	1.925	227945
4 (+)	Lactobacillus acidophilus DSM 20079T DSM	1.922	1579
5 (+)	Lactobacillus helveticus DSM 20075T DSM	1.904	1587
6 (+)	Lactobacillus kitasatonis DSM 16761T DSM	1.837	237446
7 (+)	Lactobacillus gallinarum CIP 103611T CIP	1.835	52242
8 (+)	Lactobacillus amylovorus DSM 20552 DSM	1.777	1604
9 (-)	Lactobacillus amylovorus DSM 16698 DSM	1.657	1604
10 (-)	Lactobacillus crispatus DSM 20356 DSM	1.651	47770

ПРИЛОЖЕНИЕ В



АО «Алматинский технологический университет»
 Научно-исследовательская лаборатория по оценке качества и безопасности
 продовольственных продуктов
 050061, г. Алматы, пр-т Райымбека 348/5, тел. 8(727)2774743,
 e-mail: food_safety@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 9583 от «01» сентября 2022 г.

Наименование продукции: **Творог из козьего молока**
 Регистрационный номер: **9583**
 Дата поступления образца: **26.08.2022 г.**
 Основание для испытаний (акт отбора и пр.):
 Заявитель: **Икомбаев Т.Д.**
 Изготовитель (страна, фирма, предприятие):
 Вид испытаний: **Контрольный**
 Дата изготовления:
 Срок годности:
 Дата начала и окончания испытаний: **26.08.2022 г. – 01.09.2022 г.**
 Обозначение НД на продукцию:
 Условия проведения испытаний: температура - 22°C, влажность – 62%.

Наименование показателей, единицы измерения	Норма по НД	Фактические результаты	НД на методы испытаний
1	2	3	4
Физико-химические показатели:			
- массовая доля белка, %		21,07	ГОСТ 34454-2018
- массовая доля жира, %		9,86	ГОСТ 5867-90
- массовая доля углеводов, %		2,84	Перманганатометри- ческий метод
		164,81	
Энергетическая ценность, ккал			
Витамины:			
- водорастворимые, мг/100 г		Приложение №1	М-04-41-2005
Минеральные элементы, мг/100 г:			
- калий		643,08±4,32	ГОСТ ISO 8070/IDF119-2014
- кальций		615,18±3,38	ГОСТ ISO 8070/IDF119-2014
- фосфор		374,69±2,25	ГОСТ Р 51473-99

Директор НИИ ПБ **Набиева Ж.С.**
 Исполнители: **Самдау А.И.**
Толуханова Н.С.

Протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.
 Частичное или полное воспроизведение протокола испытаний без разрешения Научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов запрещено.

Приложение №1 к протоколу № 9583 от «01» сентября 2022 г.

Дата: 01.09.2022 12:23:37

Оператор: polzovatel

Файл ЭФГ: C:\Lumex\Elforun\mdf\AK_Творог_2209011223.mdf

Файл метода: C:\Lumex\Elforun\Программы\Витамины с давлением_Жанар_291112.mf

Температура анализа: 30.0 °C

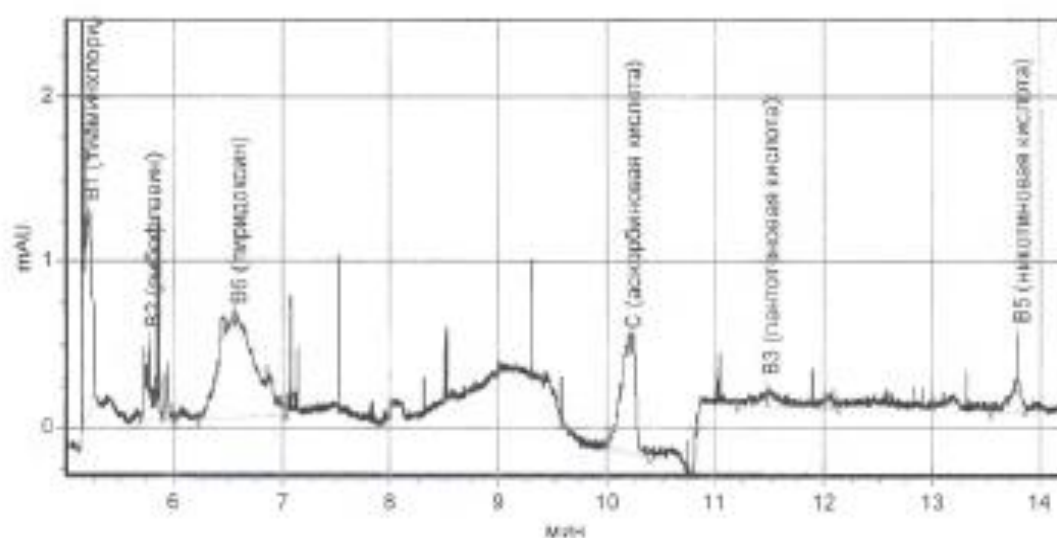
Длина волны: 200

Проба: Творог

Этап 1. Время 899 сек, Напр. 25 кВ, Давл. 0 мбар, Длина волны 200 нм.

Этап 2. Время 300 сек, Напр. 25 кВ, Давл. 50 мбар, Длина волны 200 нм

Метод расчета: Абсолютная градуировка



N	Время	Компонент	Высота	Начало	Конец	Площадь	Конц. мг/л	Конц. мг/100г.
1	5.217	B1 (тиамин-хлорид)	1.243	5.147	5.273	70.03	0.027	0.27±0.054
2	5.775	B2 (рибофлавин)	0.493	5.687	6.012	39.4	0.012	0.12±0.050
3	6.552	B6 (пиридоксин)	0.643	6.215	7.048	146.3	0.033	0.33±0.066
4	10.198	C (аскорбиновая кислота)	0.680	9.998	10.392	69.04	0.13	1.30±0.44
5	11.475	B3 (пантотеновая кислота)	0.103	11.195	12.130	25.49	0.019	0.19±0.038
6	13.795	B5 (никотиновая кислота)	0.464	13.538	13.847	15.76	0.0031	0.031±0.006

ПРИЛОЖЕНИЕ Г



АО «Алматинский технологический университет»
 Научно-исследовательская лаборатория по оценке качества и безопасности
 продовольственных продуктов
 050061, г. Алматы, пр-т Райымбека 348/5, тел. 8(727)2774743,
 e-mail: food_safety@atuu.kz

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 9584 от «01» сентября 2022 г.

Наименование продукции: **Творог из коровьего молока**

Регистрационный номер: **9584**

Дата поступления образца: **26.08.2022 г.**

Основание для испытаний (акт отбора и пр.):

Заявитель: **Исcombe Т.Д.**

Изготовитель (страна, фирма, предприятие):

Вид испытаний: **Контрольный**

Дата изготовления:

Срок годности:

Дата начала и окончания испытаний: **26.08.2022 г. – 01.09.2022 г.**

Обозначение НД на продукцию:

Условия проведения испытаний: температура – 22°C, влажность – 62%.

Наименование показателей, единицы измерения	Норма по НД	Фактические результаты	НД на методы испытаний
1	2	3	4
Физико-химические показатели:			
-массовая доля белка, %		27,44	ГОСТ 34454-2018 ГОСТ 5867-90 Перманганатометрический метод
- массовая доля жира, %		13,07	
- массовая доля углеводов, %		2,32	
Энергетическая ценность, ккал		211,64	

Директор НИИ ПБ

Исполнители:

 Набиева Ж.С.

 Самадун А.И.

 Толуханова Н.С.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д



АО «Алматынский технологический университет»
 Научно-исследовательская лаборатория по оценке качества и безопасности
 продовольственных продуктов
 050061, г. Алматы, пр. Райымбека 148/5, тел. 8(727)2774743,
 e-mail: food_safety@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 553 от «28» мая 2025 г.

Наименование продукции: **Творог из цельного молока, заквашенный с использованием композиции *Lactisaccharibacillus rarusus* KAN E14 и *Bifidobacterium cruditatis* 7-2C**

Регистрационный номер: **553**

Дата поступления образца: **14.05.2025 г.**

Основание для испытаний (акт отбора и др.):

Заявитель: **Исмаилов Н.Д.**

Изготовитель (страна, фирма, предприятие):

Вид испытаний: **Контрольный**

Дата изготовления:

Срок годности:

Дата начала и окончания испытаний: **14.05.2025 г.-28.05.2025 г.**

Обозначение НД на продукцию: **ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов», Прил. 2, Табл. 1, пункт 11.**

Условия проведения испытаний: температура – 21°C, влажность – 64%.

Наименование показателей, единицы измерения	Норма по НД	Фактические результаты	НД на методы испытаний
1	2	3	4
Физико-химические показатели:			
-массовая доля белка, %		14,45±0,09	ГОСТ 25179-2014
-массовая доля жира, %		16,33±0,15	ГОСТ 5867-90
-массовая доля углеводов, %		2,20±0,01	Перманганатометрический метод
-массовая доля влаги, %		66,22±0,64	ГОСТ 3626-73
-титруемая кислотность, °Т		51	ГОСТ 3624-92
Энергетическая ценность, ккал		213,02	
Минеральные элементы:			ГОСТ 31980-2012
-Р, %		0,208±0,083	ГОСТ Р 55331-2012
-Са, %		0,151±0,002	
Микробиологические показатели:			
-КМАФАнМ, КОЕ/г	1х10 ²	1,7х10 ¹	ГОСТ 9225-84

Директор НИИ ГПБ:

Исполнитель:



Набиева Ж.С.

Самодур А.И.

Усинаева М.А.

Мухомов М.Е.

Протокол испытаний действителен только на образец, подвергнутый контролю.

Мастница или копия протокола действительны только без разрешения Научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов заказчика.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е



АО «Алматын атехнологикалык университет»
 Научно-исследовательская лаборатория по оценке качества и безопасности
 продовольственных продуктов
 050061, г.Алматы, пр. Райымбека 348/5, тел. 8(727)2774743,
 e-mail: food_safety@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 554 от «28» мая 2025 г.

Наименование продукции: **Творог** из козьего молока, обогащенный с использованием композиции *Lactobacillus rhamnosus* Gcb 5.2.1 и *Lactobacillus* *labris*, *lactis* 7-8M.

Регистрационный номер: **554**

Дата поступления образца: **14.05.2025 г.**

Основание для испытаний (акт отбора и пр.):

Заявитель: **Исмаилов Н.Д.**

Изготовитель (страна, фирма, предприятие):

Вид испытаний: **Контрольный**

Дата изготовления:

Срок годности:

Дата начала и окончания испытаний: **14.05.2025 г. – 28.05.2025 г.**

Обозначение НД на продукцию: **ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов», Прил. 2, Табл. 1, пункт 11.**

Условия проведения испытаний: температура – 21°C, влажность – 64%.

Наименование показателей, единицы измерения	Норма по НД	Фактические результаты	НД на методы испытаний
1	2	3	4
Физико-химические показатели:			
-массовая доля белка, %		14,38±0,13	ГОСТ 25179-2014
-массовая доля жира, %		21,09±0,23	ГОСТ 5867-90
-массовая доля углеводов, %		3,04±0,03	Перманантометричес- кий метод
-массовая доля влаги, %		56,31±0,60	ГОСТ 3626-73
-титруемая кислотность, °Т		79	ГОСТ 3624-92
Энергетическая ценность, ккал		258,73	
Минеральные элементы:			ГОСТ 31980-2012
-Р, %		0,213±0,002	ГОСТ Р 55331-2012
-Са, %		0,169±0,001	
Микробиологические показатели:			
-КМАФАнМ, КОЕ/г	1х10 ⁷	1,2х10 ⁶	ГОСТ 9225-84

Директор НИИ НИС:

Исполнитель:

КАПИТУЛ

ГЛАВНОЕ

УПРАВЛЕНИЕ

ИССЛЕДОВАНИЙ

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

ИСТИН

Набиев Ж.С.

Самалди А.И.

Усенова М.А.

Муртаев М.Е.

Протокол испытаний раскрывает сведения об образце, подвергнутом испытанию.

Испытание или анализ проводится в соответствии с действующими в Республике Казахстан нормами законодательства Республики Казахстан и в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции».

ПРИЛОЖЕНИЕ Ё



АО «Алматынский технологический университет»
 Научно-исследовательская лаборатория по оценке качества и безопасности
 продовольственных продуктов
 050061, г. Алматы, пр. Райымбека 348/5, тел: 8(727)2 774743,
 e-mail: food_safety@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 555 от «28» мая 2025 г.

Наименование продукции: **Творог** из козьего молока, обогащенный с увеличенным
 содержанием Lact.lactis subsp. lactis 7-131 и Bifidobacterium crudilactis 7-6C.

Регистрационный номер: 555

Дата поступления образца: 14.05.2025 г.

Основание для испытаний (акт отбора и пр.):

Заявитель: **Исмаилов И.Д.**

Изготовитель (страна, фирма, предприятие):

Вид испытаний: **Контрольный**

Дата изготовления:

Срок годности:

Дата начала и окончания испытаний: 14.05.2025 г.-28.05.2025 г.

Обозначение НД на продукцию: ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов», Прил. 2,
 Табл. 1, пункт 11.

Условия проведения испытаний: температура – 21°C, влажность – 64%.

Наименование показателей, единицы измерения	Норма по НД	Фактические результаты	НД на методы испытаний
1	2	3	4
Физико-химические показатели:			
-массовая доля белка, %		14,60±0,13	ГОСТ 25179-2014
-массовая доля жира, %		20,80±0,25	ГОСТ 5867-90
-массовая доля углеводов, %		2,66±0,04	Пермант-титриметриче- ский метод
-массовая доля влаги, %		58,59±0,47	ГОСТ 1626-73
-титруемая кислотность, °Т		68	ГОСТ 1604-92
Энергетическая ценность, ккал		255,57	
Минеральные элементы:			ГОСТ 31989-2012
-Р, %		0,214±0,002	ГОСТ Р 55331-2012
-Са, %		0,155±0,002	
Микробиологические показатели:			
-КМАФАнМ, КОЕ/г	1х10 ⁶	1,4х10 ⁶	ГОСТ 9225-84

Директор НИИ ЦБ:
 Исполнитель:



Исмаилов И.Д.
 Садырди А.И.
 Усенова М.А.
 Мухомов М.Е.

Протокол является документом, подтверждающим достоверность полученных результатов.

Частичная или полная ответственность за достоверность результатов исследований несет изготовитель продукции, а также
 безопасность продовольственных продуктов и граждан.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж



АО «Алматынский технологический университет»
Научно-исследовательская лаборатория по оценке качества и безопасности
продовольственных продуктов
050061, г. Алматы, пр. Райымбека 148/5, тел. 8(727)2774743,
e-mail: food_safety@mail.ru

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 556 от «28» мая 2025 г.

Наименование продукции: **Творог из козьего молока без закваски**

Регистрационный номер: **556**

Дата поступления образца: **14.05.2025 г.**

Основание для испытаний (акт отбора и пр.):

Заявитель: **Исмаилов И.Д.**

Изготовитель (страна, фирма, предприятие):

Вид испытаний: **Контрольный**

Дата изготовления:

Срок годности:

Дата начала и окончания испытаний: **14.05.2025 г.-28.05.2025 г.**

Обозначение НД на продукцию: **ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов», Прил. 2.**

Табл. 1, пункт 11.

Условия проведения испытаний: температура – 21°C, влажность – 64%.

Наименование показателей, единицы измерения	Норма по НД	Фактические результаты	НД на методы испытаний
1	2	3	4
Физико-химические показатели: -массовая доля влаги, % -титруемая кислотность, °Т		49,89±0,31 56	ГОСТ 3626-73 ГОСТ 3624-92
Микробиологические показатели: -КМАФАнМ, КОЕ/г	1х10 ⁷	1,1х10 ⁵	ГОСТ 9225-84

Директор НИИ ТБ:

Исполнитель:



Набиев Ж.С.

Саматун А.И.

Усенова М.А.

Мурзин М.Е.

Протокол испытаний распространяется только на образцы, подвергнутые испытанию.

Выданный протокол является первоочередным источником для разрешения Научно-исследовательской лабораторией по оценке качества и безопасности продовольственных продуктов (сервиса).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3



АКТ

Мы, нижеподписавшиеся: члены комиссии Омарова А.Б., Адильбекова Э.К., Абдиева Н.Т., Абдрахманова Г.К. подтверждаем, что в ходе проведенных исследований были получены и проанализированы результаты определения органолептических и микробиологических показателей исследуемых проб творога из козьего молока, полученного традиционным способом (контроль), а также по разработанной шадийской технологии с использованием трёх композиций пробиотических заквасок.

Разработанная технология направлена на улучшение производства вязкопластичных кисломолочных продуктов, в частности творога, из козьего молока. Основу технологии составляет: применение отечественных низкокислотопродуцирующих пробиотических заквасок, минимизация тепловой нагрузки, сохранение биоценоза и органолептики козьего молока.

Таблица 1 - Результаты определения органолептических показателей исследуемых проб творога

Исследуемые пробы творога	Наименование показателей и характеристика		
	Консистенция и внешний вид	Вкус и запах	Цвет
Творог, полученный традиционным способом (контроль)	Однородная, нежная, мелкозернистая, мажущаяся.	Чистый с выраженным кисломолочным запахом и вкусом, без постороннего вкуса и запаха.	Молочно-белый по всей массе.
Творог на основе консорциума <i>Lactocasei bacillus subsp. Paracasei KAN EI 4+ C Bifidobacterium cardilactis 7-2C</i>	Однородная, нежная, мелкозернистая, мажущаяся.	Чистый, свойственный кисломолочному продукту, менее выраженный кислый запах и вкус, без постороннего вкуса и запаха.	Белый с кремовым оттенком по всей массе.
Творог на основе консорциума <i>Lactocasei bacillus subsp. paracasei Gch 5.2.1 + Lactococcus lactis subsp. lactis 7-8 M</i>	Однородная, нежная, мелкозернистая, мажущаяся.	Чистый, имеет ароматный кисломолочный запах и слабокислый, сладковатый вкус, не имеет постороннего вкуса и запаха.	Слегка кремовый равномерный.
Творог на основе консорциума <i>Lactococcus lactis subsp. lactis 7-1M + C Bifidobacterium crudilactis 7-6C</i>	Однородная, нежная, мелкозернистая, мажущаяся.	Чистый, кисломолочный, свойственный доброкачественному творогу, без постороннего вкуса и запаха.	Молочно-белый по всей массе.

Таблица 2 -Микробиологические показатели исследуемых проб творога на основе козьего молока

Исследуемые пробы творога	Микробиологические показатели		
	КМАФАнМ, КОЕ/г	Бактерии группы кишечной палочки, БГКП (коли-формы)	Молочнокислые и бифидобактерии КОЕ/г
Творог, полученный традиционным способом	$1,1 \times 10^1$	Не обнаружено	52×10^3
Творог на основе консорциума <i>Lactocasei bacillus subsp. Paracasei</i> KAN EI 4 + <i>Bifidobacterium cruditatis</i> 7-2C	$1,7 \times 10^2$	Не обнаружено	11×10^7
Творог на основе консорциума <i>Lactocasei bacillus subsp. paracasei</i> Gch 5.2.1+ <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-8 M	$1,2 \times 10^1$	Не обнаружено	28×10^7
Творог на основе консорциума Консорциум <i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i> 7-1M + <i>C Bifidobacterium cruditatis</i> 7-6C	$1,7 \times 10^2$	Не обнаружено	35×10^7

Содержание пробиотических микроорганизмов в продукте достигает не менее 10^7 КОЕ/г, что обеспечивает выраженный функциональный эффект.

По сравнению с контрольным образцом, пробиотические образцы творога показали улучшенные физико-химические характеристики. Кислотность в них была существенно снижена — с 156°T в контрольной пробе до $51\text{--}79^{\circ}\text{T}$, что делает продукт мягче на вкус и лучше усваиваемым. Массовая доля жира в пробиотических вариантах увеличилась с 9,86% до 16,33–21,09%, что повысило их питательную ценность. Также было отмечено большее содержание влаги: в опытных образцах оно составляло 56,31–66,22%, тогда как в контрольном — только 49,89%.

Применение щадящей технологии позволило сохранить высокую питательную и биологическую ценность козьего молока, а также улучшить вкусовые и микробиологические характеристики готового продукта.

Наилучшим по совокупности органолептических, физико-химических и микробиологических показателей признан творог, изготовленный на основе консорциума *Lactocasei bacillus subsp. paracasei* Gch 5.2.1 и *Lactococcus lactis subsp. lactis* 7-8 M. Данный образец отличался сбалансированным вкусом и выраженным кисломолочным ароматом, приятной однородной консистенцией, пониженной кислотностью и высокой пробиотической активностью. Результаты исследований позволяет отнести данный продукт к категории функциональных пищевых продуктов с выраженным оздоровительным эффектом, а представленная технология может быть рекомендована для использования при разработке и производстве инновационных кисломолочных продуктов.

Старший преподаватель, PhD

ГОП «Животноводства и биологических наук»

Старший преподаватель, PhD

ГОП «Животноводства и биологических наук»

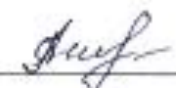
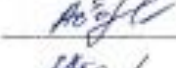
Старший преподаватель, магистр

ГОП «Животноводства и биологических наук»

Старший преподаватель, магистр

ГОП «Животноводства и биологических наук»

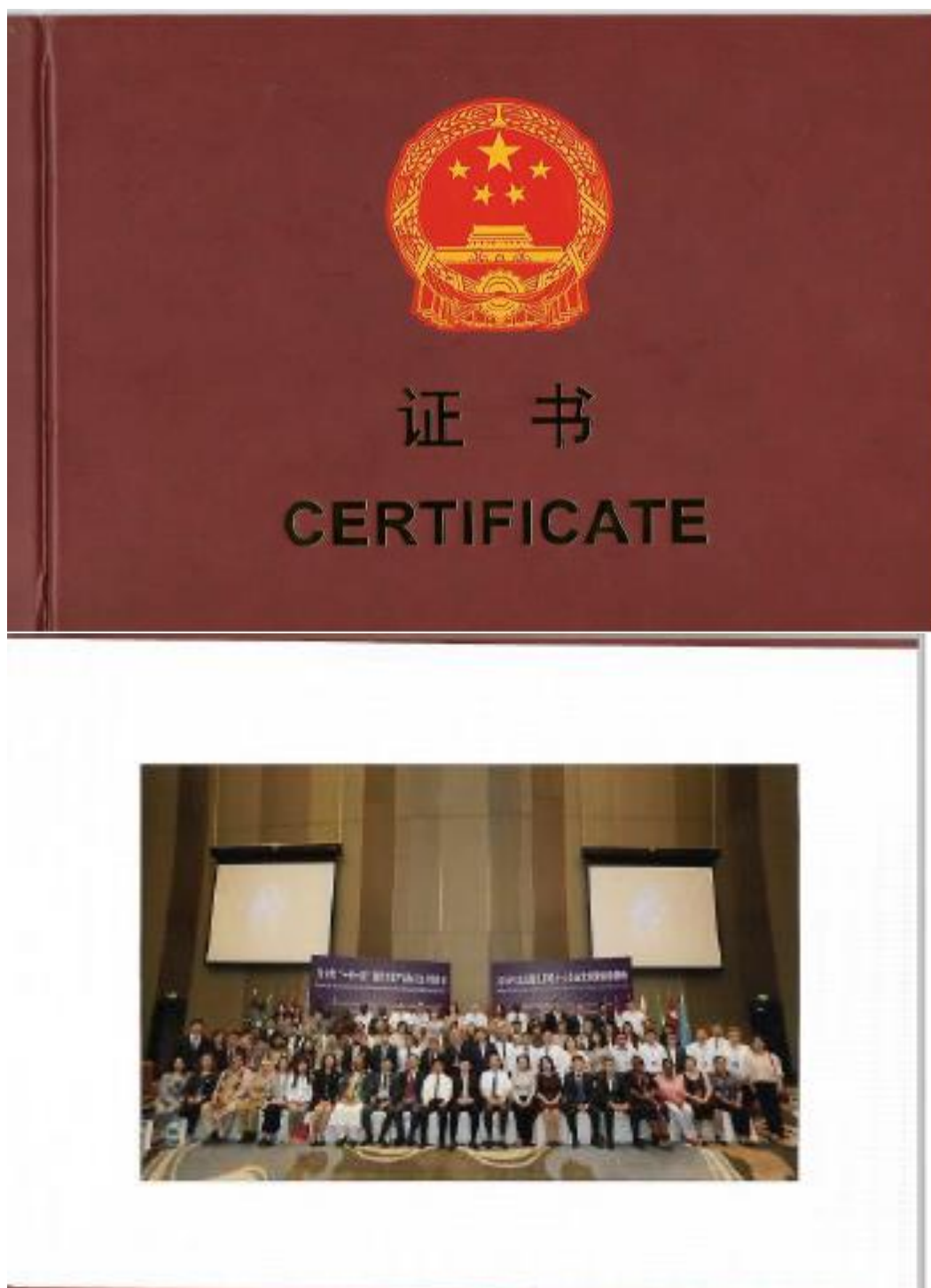
Соискатель, PhD докторант

 Омарова А.Б.
 Адильбекова Э.К.
 Абдиева Н.Т.
 Абдрахманова Г.К.
 Исомбаев Т.Д.

ПРИЛОЖЕНИЕ И



ПРИЛОЖЕНИЕ Й



No. 15A1236015

(Translation)



伊姆拜耶夫·塔达特，男，土生白哈
萨克斯坦共和国，自2016年6月6
日至2016年6月26日在中国哈尔滨
参加了由中华人民共和国商务部主
办，哈尔滨商业大学承办的“2016年‘一带一路’
国家农产品加工技术研修班”，特此证明。

This is to certify that Mr. IKOMBAYEV-TALDAT
from The Republic of Kazakhstan has completed
"Seminar on Agricultural and Livestock Products
Processing For the Belt and Road Countries of
2016" sponsored by the Ministry of Commerce and
organized by Harbin University of Commerce and
from 6th June to 26th June, 2016 in Harbin of the
People's Republic of China.



Ministry of Commerce
People's Republic of China
26th June, 2016

ПРИЛОЖЕНИЕ К

 An official website of the United States government
[Here's how you know](#)

Nucleotide

GenBank

Lactacaseibacillus paracasei strain Cch 5.2.3 16S ribosomal RNA gene, partial sequence

GenBank: PX376986.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

[Go to:](#)

LOCUS PX376986 1012 bp DNA linear BCT 22-SEP-2025
DEFINITION Lactacaseibacillus paracasei strain Cch 5.2.3 16S ribosomal RNA
gene, partial sequence.
ACCESSION PX376986
VERSION PX376986.1
KEYWORDS
SOURCE Lactacaseibacillus paracasei
ORGANISM [Lactacaseibacillus paracasei](#)
Bacteria; Bacillati; Bacillota; Bacilli; Lactobacillales;
Lactobacillaceae; Lactacaseibacillus.
REFERENCE 1 (bases 1 to 1012)
AUTHORS Omarova, A. and Ikombayev, T.
TITLE Direct Submission
JOURNAL Submitted (17-SEP-2025) Microbiology and biotechnology, Kazakh
Agrotechnical research university named after S. Seifullin, Kerei
Zhanibek Khandar 14 A, Astana, Astana 010017, Kazakhstan
COMMENT Sequences were screened for chimeras by the submitter using Galaxy
EU web.

##Assembly-Data-START##
Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing
##Assembly-Data-END##

FEATURES
 source
 1..1012
 /organism="Lactacaseibacillus paracasei"
 /mol_type="genomic DNA"
 /strain="Cch 5.2.3"
 /db_xref="taxon:1597"
 /geo_loc_name="Kazakhstan"
 /collection_date="05-Dec-2023"
 rRNA
 1..1012
 /product="16S ribosomal RNA"

ORIGIN
1 aaccgagatt caacatgaa cgagtggcg acgggtgagt aacacgtgg taacctgcc
61 ttaagtgggg gataacattt ggaacagat gctaatacg catagatcca agaaccgeat
121 ggttttggc tgaagatgg cgttaactat cgtttttgga tggaccgcg cgttattagc
181 tagttgtga ggtaatggt caccaaggcg atgatacgt gccgaactga gaggttgac
241 ggccacattg ggaactgagc accgcccaca ctctacggg aggcagcagt aggaatctt
301 ccacaatgga cgaagtctg atggagcaac gccgctgag tgaagaaggc ttccggctg
361 taaactctg ttgtggaga agatggctg gcagagtaac tgttcgggc gtgacggtat
421 ccaaccagaa agccacggct aactacgtgc cagcagccgc ggtatctagt aggtggcaag
481 cgttatccgg atttattggg cgtaaagcga gcgcaggcgg tttttaagt ctgatgtgaa
541 agccctggc ttaaccgagg aagcgcacg gaaactggga aacttgagt cagaagagga
601 cagtgaact ccatgtgtg cgtgaatg cgtagatata tggagaaca ccagtggca
661 agcggctgt ctggtctga actgacgtg aggtcgaaa gcatgggtag cgaacaggat
721 tagatccct ggtagtcct gccgtaaac atgaatgcta ggtttggag ggtttccgc
781 cttcagtgcc gcagtaacg cattaaatc tccgctggg gactacgacc gcaaggttga
841 aactcaagg aattgacgg ggcccgcaca agcggggag catgtggtt aattcgaagc
901 aacggaaga acctaccag gtcttgacat cttttgatca cctgagagat caggtttccc
961 cttcggggc aaatgacag gtggtgcat gtgtcgta ctcgtgtc tg

//



An official website of the United States government

[Here's how you know](#)

Nucleotide

GenBank

Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei strain Cch 5.3.7 16S ribosomal RNA gene, partial sequence

GenBank: PX376985.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

[Go to:](#)

LOCUS PX376985 1120 bp DNA linear BCT 22-SEP-2025
DEFINITION Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei strain Cch 5.3.7 16S ribosomal RNA gene, partial sequence.
ACCESSION PX376985
VERSION PX376985.1
KEYWORDS .
SOURCE Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei
ORGANISM [Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei](#)
Bacteria; Bacillati; Bacillota; Bacilli; Lactobacillales;
Lactobacillaceae; Lactocaseibacillus.
REFERENCE 1 (bases 1 to 1120)
AUTHORS Ikombayev, T. and Omarova, A.
TITLE Direct Submission
JOURNAL Submitted (17-SEP-2025) Microbiology and biotechnology, Kazakh Agrotechnical research university named after S.Seifullin, Kerei Zhanibek khandar 14 A, Astana, Astana 010017, Kazakhstan
COMMENT Sequences were screened for chimeras by the submitter using Galaxy EU web.

##Assembly-Data-START##

Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing

##Assembly-Data-END##

FEATURES Location/Qualifiers
source 1..1120
/organism="Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei"
/mol_type="genomic DNA"
/strain="Cch 5.3.7"
/sub_species="paracasei"
/db_xref="taxon:47714"
/geo_loc_name="Kazakhstan"
/collection_date="05-Dec-2021"
rRNA <1..1120
/product="16S ribosomal RNA"

ORIGIN
1 ttgtaagtgc aagtcgaacg agttctcgtt gatgatcggt gcttgcaacg agattcaaca
61 tggaaacgagtg ggcggacggg tgagtaaacac gtgggtaacc tgcccttaag tggggataaa
121 catttggaac cagatgctaa tacgcacatg atccaagaac cgcattggtc ttgctgaaa
181 gatggcgtaa gctatgctt ttggatggac ccgcaggcgt ttagctagtt ggtgaggtaa
241 tggctacca aggcgatgat acgtagccga actgagaggt tgatcgcca cattgggact
301 gagacacggc ccaactcct acgggaggca gcagtaggga atcttcaca atggagcga
361 gtctgatgga gcaacgccgc gtgagtgaag aagctttcg ggtcgtaaaa ctctgtgtt
421 ggaagaagat ggtcgccaga gtaactgttg tcggcgtgac ggtatccaac cagaagcca
481 cggctaacta cgtgcagca gccgcgttaa tacgtaggtg gcaagcgta tccgattta
541 tgggcgtaa agcagcgca ggcagtttt taagtctgat gtgaagccc tcgcttaac
601 cgggaagcg catcggaac tgggaacctt gattgcagaa gaggcagtg gaactccatg
661 tgtagcggtg aatgcgtag atatattgaa gaacaccagt ggcgaaggcg gctgtctggt
721 ctgtactga cgtgaggt cgaaagcatg gtagcgaac aggttagat accctggtg
781 tccatgccgt aaacgatga tctaggtgt tggagggttt ccgcccttca gtgccgagc
841 taacgatta agcatctgc ctggagata cgaccgaag gttgaactc aagggaattg
901 acgggggccc gcacaagcg tggagcatgt gtttaattc gaagcaacgc gaagaaactt
961 accaggtctt gacatcttt gatcaactga gattcaggt ttcccttcg gggcaaatg
1021 acaggtggtg catggtgtc gtcagctcgt gtcgtgagat gttgggttaa gtcccgaac
1081 gagcgcaacc cttatgacta gttgccagca tttattggg
//



An official website of the United States government

[Here's how you know](#)

Nucleotide

GenBank

Lactiplantibacillus plantarum strain Cch 5.3.6 16S ribosomal RNA gene, partial sequence

GenBank: PX376954.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

[Go to:](#)

LOCUS PX376954 1127 bp DNA linear BCT 22-SEP-2025
DEFINITION Lactiplantibacillus plantarum strain Cch 5.3.6 16S ribosomal RNA
gene, partial sequence.
ACCESSION PX376954
VERSION PX376954.1
KEYWORDS .
SOURCE Lactiplantibacillus plantarum
ORGANISM [Lactiplantibacillus plantarum](#)
Bacteria; Bacillati; Bacillota; Bacilli; Lactobacillales;
Lactobacillaceae; Lactiplantibacillus.
REFERENCE 1 (bases 1 to 1127)
AUTHORS Omarova, A. and Ikombayev, T.
TITLE Direct Submission
JOURNAL Submitted (17-SEP-2025) Microbiology and biotechnology, Kazakh
Agrotechnical research university named after S. Seifullin, Kerei
Zhanibek khandar 14 A, Astana, Astana 010017, Kazakhstan
COMMENT Sequences were screened for chimeras by the subdttter using Galaxy
EU web.

##Assembly-Data-START##
Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing
##Assembly-Data-END##

FEATURES
source Location/Qualifiers
1..1127
/organism="Lactiplantibacillus plantarum"
/mol_type="genomic DNA"
/strain="Cch 5.3.6"
/db_xref="taxon:1520"
/geo_loc_name="Kazakhstan"
/collection_date="05-Dec-2021"
1..1127
/product="16S ribosomal RNA"

[rRNA](#)

ORIGIN
1 agctgtaagt gacaagtca acgaactctg gtattgatt gtcttgcac catgatttac
61 attttagtga gtggcgaact ggtgagtaac acgtgggaaa cctgccaga agcgggggat
121 aacacctgga aacagatgct aataccgcat aacaacttga accgcatggt cagagtttga
181 aagatggctt cggctatcac ttttgatggt tccgcggcg tattagctag atggtgggt
241 aacggctcac catggcaatg atactgagcc gacctgagag ggtaatcggc cacatgggga
301 ctgagacacg gcccaaaact ctacgggagg cagcagtagg gaattctcca caatggacga
361 aagctgtagt gagcaacgcc gcgtgagtag agaagggttt cggctcgtaa aactctgttg
421 ttaagaaga acatatctga gagtaactgt tcaggtattg acggtattta accgaaagc
481 caggtctaac tacgtgccag cagccgaggt aatagtagg tggcaagcgt tgtccggatt
541 tattggcgt aaagcgagcg caggcggttt ttaagtctg atgtgaagc cttcggtcca
601 accgaagaag tgcattggaa actgggaac ttgagtcag aagggacag tggaaactca
661 tgtgtagcgg tgaatgcgt agatatatg aagaacacca gtggcgaagg cagctgtctg
721 gtctgtaact gacgtgagg ctgaaagta tgggtagcag acaggattag ataccttgg
781 agtcataacc gtaaacgatg aatgctaagt gttggagggt ttccgccctt cagtctgca
841 gctaacgcat taagattcc gcctggggag tacggccgca aggtgaaac tcaaaagaat
901 tgacgggggc ccgcacaagc ggtggagcat gtggtttaat tcgaagctac gcgaagaacc
961 ttaccaggtc ttgacatact atgcaaatct aagagattag acgttccctt cggggacatg
1021 gatacagggt gtgcatggtt gtcgtcagct cgtgtcgtga gatgttgggt taagtccgc
1081 aacgagcgca acccttatta tcagttgcca gcattaagtt gggcact

//



An official website of the United States government

[Here's how you know](#)

Nucleotide

GenBank

Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei strain Gch 5.2.1 16S ribosomal RNA gene, partial sequence

GenBank: PX376708.1

[FASTA](#) [Graphicals](#)

[Go to:](#)

LOCUS PX376708 539 bp DNA linear BCT 22-SEP-2025
DEFINITION Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei strain Gch 5.2.1 16S ribosomal RNA gene, partial sequence.
ACCESSION PX376708
VERSION PX376708.1
KEYWORDS .
SOURCE Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei
ORGANISM [Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei](#)
Bacteria; Bacillati; Bacillota; Bacilli; Lactobacillales; Lactobacillaceae; Lactocaseibacillus.
REFERENCE 1 (bases 1 to 539)
AUTHORS Osanova,A., Horackova,S., Tuganbay,A., Kassenova,G., Zhamurova,V., Sharipova,S., Suleimenova,Z., Ikombayev,T. and Omarova,A.
TITLE Functional properties of lactic acid bacteria isolated from raw goat milk and cottage cheese
J Agric Food Res 21 (101822), 1-11 (2025)
REFERENCE 2 (bases 1 to 539)
AUTHORS Omarova,A. and Ikombayev,T.
TITLE Direct Submission
JOURNAL Submitted (17-SEP-2025) Microbiology and biotechnology, Kazakh Agrotechnical research university named after S.Seifullin, Kerei Zhanibek khandar 14 A, Astana, Astana 010017, Kazakhstan
COMMENT Sequences were screened for chimeras by the submitter using Galaxy EU web.
##Assembly-Data-START##
Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing
##Assembly-Data-END##
FEATURES
source Location/Qualifiers
1..539
/organism="Lactocaseibacillus paracasei subsp. paracasei"
/mol_type="genomic DNA"
/strain="Gch 5.2.1"
/sub_species="paracasei"
/db_xref="taxon:47774"
/geo_loc_name="Kazakhstan"
/collection_date="05-Dec-2021"
c1..539
/product="16S ribosomal RNA"
[rRNA](#)
ORIGIN
1 agctatagct tgatgatcgg tgcttgacc gagattcaac atggacgag tggcggacgg
61 gtgagtaaca cgtgggtaac ctgcccttaa gtggggata acattggaa acagatgcta
121 ataccgata gatccaagaa ccgcatgatt cttgctgaa agatggcgta agctatgct
181 ttggatgga cccgaggcgt attagtagt tggtaggta atggctacc aaggcgatga
241 tacgtagcgg aactgaggg ttgatcgccc acattggac tgagacagg cccaactcc
301 tacgggaggc agcagtaggg aatcttccac aatggacga agtctgatgg agcaagccg
361 cgtgagtga gaggcttc gggctgtaa actctgtgt tggagaagaa tggtcggcag
421 agtaactgtt gccggcgta cggatccaa ccagaagcc acgctaact acgtccagc
481 agcccggtta atacgtaggt ggcaagcgtt atccgattt attggcgta aagcgagc
//



An official website of the United States government

[Here's how you know](#)

Nucleotide

GenBank

Lactcaseibacillus paracasei strain KAN EI 4 16S ribosomal RNA gene, partial sequence

GenBank: PX377005.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

[Go to:](#)

LOCUS PX377005 1136 bp DNA linear BCT 22-SEP-2025
DEFINITION Lactcaseibacillus paracasei strain KAN EI 4 16S ribosomal RNA
gene, partial sequence.
ACCESSION PX377005
VERSION PX377005.1
KEYWORDS .
SOURCE Lactcaseibacillus paracasei
ORGANISM [Lactcaseibacillus paracasei](#)
Bacteria; Bacillati; Bacillota; Bacilli; Lactobacillales;
Lactobacillaceae; Lactcaseibacillus.
REFERENCE 1 (bases 1 to 1136)
AUTHORS Ikombayev, T., Omarova, A., Tuganbay, A., Horachova, S. and Ospanova, A.
TITLE Functional properties of lactic acid bacteria isolated from raw
goat milk and cottage cheese
J Agric Food Res 21 (101822), 1-11 (2025)
REFERENCE 2 (bases 1 to 1136)
AUTHORS Ikombayev, T. and Omarova, A.
TITLE Direct Submission
JOURNAL Submitted (17-SEP-2025) Agriculture and bioresources, Innovative
Eurasian University, Mairy, Pavlodar, Pavlodar 140900, Kazakhstan
COMMENT Sequences were screened for chimeras by the submitter using Galaxy
EU web.

##Assembly-Data-START##
Sequencing Technology :: Sanger dideoxy sequencing
##Assembly-Data-END##

FEATURES
source
1..1136
/organism="Lactcaseibacillus paracasei"
/mol_type="genomic DNA"
/strain="KAN EI 4"
/db_xref="taxon:1597"
/geo_loc_name="Kazakhstan"
/collection_date="05-Dec-2023"
c1..>1136
[rRNA](#)
/product="16S ribosomal RNA"

ORIGIN
1 atacgctgtg atgacgggtg cttgcaccga gattcaacat ggaacgagt gggacgggt
61 gagtaacacg tgggtaacct gcccttaagt ggggataac atttgaac agatgtaat
121 accgcataga tccaagaacc gcattgttct tggctgaag atggcgaag ctatcgttt
181 tggatggacc cgcggctat tagctagttg gtgaggtat ggtcaccaa ggcgatgata
241 cgtagccgaa ctgagaggtt gatcggcac attggagtg agacacggc caaactcta
301 cgggaggcag cagtaggaa tcttcccaa tggacgaag tctgtggag caacgcgcg
361 tgagtgaaga agcctttcgg gtctgaaac tctgtgtg gagaagatg gtcggcagag
421 taactgtgtt cggcgtgac gataccaac agaagccac ggtactac gtgccagag
481 ccggtgtat acgtagggtg caagcgttat ccgatttat tggcgtaaa gcgagcgag
541 cgggtttttt aagtctgat tgaagccct cggcttaac gaggagcgc atcggaaact
601 gggaaacttg agtcagaag aggaagtg aactccatgt gtacggta aatgcgtaga
661 tatatgaag aacaccagt gcgaaggcg ctgtctgttc tgaactgac gctgagctc
721 gaaagcatgg gtacgaaca ggattagata ccttgtagt ccatgccga aacgatgaut
781 gctagggttt ggggggttc cgccttcag tgcgcagct aacgattaa gatttcgcc
841 tgggagtagt gaccgaagg ttgaactca aaggaattga cggggcccg cacaagcgt
901 agagcatgtg gttaattcg aagcaacgc aagaacctta ccaggtctt acatctttt
961 atcacttag agatcaggt tcccttcgg gggcaaatg acaggtgtg catggtgtc
1021 gtagctcgt gtcgggat gttgggtta gtcgccac ggcgcaac cttatgata
1081 gttgccga tttagtgg cacttagta agactcgg tgacaaacg gaggaa
//