

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный  
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт геологии и нефтегазового дела им. К.Турысова  
Кафедра «Химическая и биохимическая инженерия»

Базарбай Аяя Канаткызы

Влияние остатков антибиотиков в молоке на процессы ферментации в  
производстве кисломолочных продуктов

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

6B05101 – Химическая и биохимическая инженерия

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный  
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт геологии и нефтегазового дела им. К.Турысова  
Кафедра «Химическая и биохимическая инженерия»

**ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ**



Заведующий кафедрой

«Химическая и биохимическая  
инженерия»

К.х.н., ассоц.профессор

*Р.А. Мангазбаева* Р.А. 2025 г.

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

На тему: «Влияние остатков антибиотиков в молоке на процессы  
ферментации в производстве кисломолочных продуктов»

6B05101 – Химическая и биохимическая инженерия

Выполнила

Базарбай Айя Канаткызы

Рецензент

К.с.н., ассоц.профессор

*Мырзабек К.А.*

«04» 06 2025 г.

Научный руководитель

К.б.н., ассоц.профессор

*Сулейменова Ж.М.*

«26» 05 2025 г.

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный  
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт геологии и нефтегазового дела им. К.Турысова  
Кафедра «Химическая и биохимическая инженерия»

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
«Химическая и биохимическая  
инженерия»  
К.х.н., ассоц.профессор  
Мангазбаев Р.А.  
«\_\_» 2025 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение дипломной работы**

Обучающейся: Базарбай Айя Канаткызы

Тема: «Влияние остатков антибиотиков в молоке на процессы ферментации в производстве кисломолочных продуктов».

Утверждена приказом проректора по академической работе № 26-П/Ө от «29» января 2025 г.

Срок сдачи законченной работы: «29» мая 2025 г.

Исходные данные к дипломной работе получены за счет проведения экспериментальных лабораторных работ.

Краткое содержание дипломной работы:

- а) литературный обзор*
- б) экспериментальная часть*
- в) результаты собственных исследований и выводы*

Перечень графического материала: представлены 15 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: 34 наименований

**ГРАФИК**  
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Литературный обзор	12.02.2025	Выполнено
Методика исследований	17.03.2025	Выполнено
Результаты исследования	16.04.2025	Выполнено
Заключения и выводы	28.04.2025	Выполнено

**Подписи**  
Консультантов и норм контроллера на законченную дипломную работу с  
указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. Степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основная часть	Сулейменова Ж.М. К.б.н.	28.04.25	Сул
Методика исследований	Сулейменова Ж.М. К.б.н.	12.05.25	Сул
Норм контроллер	Сулейменова Ж.М. К.б.н.	26.05.25	Сул

Научный руководитель

Сул Сулейменова Ж.М.

Задание принял к исполнению обучающийся

А.К. Базарбай А.К.

Дата

«29» 05 2025 г.

## АНДАТПА

Диплом жұмысының тақырыбы: «Сүттегі антибиотиктердің қалдықтарының сүт қышқылды өнімдерді өндіру процесіндегі ферментацияға әсері»

Жұмыс 36 беттен тұрады, 17 сурет, 17 кесте, 3 график қамтылған. Әдебиетке шолу 34 ғылыми әдебиет көздері бойынша жүргізілді.

Мақсаты: сүттегі антибиотиктердің қалдықтарының сүт қышқылды өнімдерді өндіру процесіндегі ферментацияның тиімділігіне әсерін бағалау.

Зерттеу объектісі: сиыр сүті.

Зерттеу пәні: әртүрлі антибиотиктердің сүт қышқылды бактериялардың белсенділігіне және сүт қышқылды өнімдерді өндіру процесіндегі ферментацияға әсері.

Зерттеу барысында сүттің қасиеттері және олар ферментацияның жылдамдығы мен барысына қалай әсер етуі мүмкін екендігі анықталды.

Кілт сөздер: сиыр сүті, микроорганизмдер, сүт қышқылды бактериялар, антибиотиктер, ферментация.

## АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: «Влияние остатков антибиотиков в молоке на процессы ферментации в производстве кисломолочных продуктов».

Работа включает 36 страниц, 17 рисунков, 17 таблиц, 3 графика. Обзор литературы выполнен при изучении 34 источников научной литературы.

Цель: Оценка воздействия остатков антибиотиков в молоке на эффективность процессов ферментации при производстве кисломолочных продуктов.

Объект исследования: коровье молоко.

Предмет исследования: влияние различных антибиотиков на активность молочнокислых бактерий и процесс ферментации в производстве кисломолочных продуктов.

В процессе исследования были выявлены свойства молока, которые могут повлиять на скорость и ход ферментации.

Ключевые слова: коровье молоко, микроорганизмы, молочнокислые бактерии, антибиотики, ферментация.

## ABSTRACT

Thesis title: "The Impact of Antibiotic Residues in Milk on Fermentation Processes in the Production of Dairy Products"

The work consists of 36 pages, 17 figures, 17 tables, and 3 graphs. The literature review was conducted based on 34 sources of scientific literature.

Objective: To assess the impact of antibiotic residues in milk on the effectiveness of fermentation processes in the production of dairy products.

Research object: Cow's milk.

Research subject: The effect of various antibiotics on the activity of lactic acid bacteria and fermentation processes in the production of dairy products.

The study identified properties of milk that may influence the rate and course of fermentation.

Keywords: Cow's milk, microorganisms, lactic acid bacteria, antibiotics, fermentation

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	8
1    Литературный обзор.....	8
1.1    Виды и характеристики питьевого молока и продуктов его ферментации.....	8
1.2    Антибиотики в молоке: виды, свойства, источники и причины присутствия .....	12
1.3    Влияние антибиотиков на микроорганизмы и процессы ферментации	14
1.4    Методы обнаружения антибиотиков в молоке.....	16
2    Экспериментальная часть .....	19
2.1    Материалы и методика исследований.....	19
2.2    Характеристика и подготовка проб молока и молока с антибиотиками	19
2.3    Проведение ферментации: приготовление йогурта.....	20
2.4    Органолептический анализ молока и кисломолочных продуктов на его основе .....	22
2.5    Физико-химический анализ молока .....	23
2.6    Методика определения остаточных антибиотиков в молоке .....	25
3    Результаты собственного исследования.....	28
3.1    Оценка органолептических свойств молока.....	28
3.2    Оценка физико-химических показателей молока .....	29
3.3    Влияние остаточных антибиотиков на процесс ферментации .....	33
3.4    Обсуждение полученных данных .....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	38

## ВВЕДЕНИЕ

Темой данной дипломной работы является: “Влияние остатков антибиотиков в молоке на процессы ферментации в производстве кисломолочных продуктов”

Кисломолочные продукты являются неотъемлемой частью рациона человека вследствие их высокой пищевой ценности и благоприятного влияния на физиологические процессы в организме. Процесс их производства основан на ферментации молока пробиотическим с участием молочнокислых микроорганизмов, обеспечивающих формирование текстуры, вкусовых качеств и биологической ценности готового продукта. Однако качество исходного сырья, в частности молока, оказывает прямое влияние на эффективность процессов ферментации и, как следствие, на характеристики конечного продукта.

Одна из актуальных проблем пищевой промышленности — остаточные количества антибиотиков в молоке, поступающие вследствие ветеринарной терапии животных. При нарушении сроков выведения препаратов они сохраняются в сырье, оказывая ингибирующее воздействие на заквасочные культуры, нарушая ферментационные процессы, снижая качество продукции и представляя потенциальный риск для здоровья потребителей.

Несмотря на существующие нормативные ограничения и методы контроля, проблема остаточных антибиотиков остаётся актуальной. Таким образом, особую значимость приобретает изучение воздействия антибиотиков на процессы ферментации при изготовлении кисломолочных продуктов, что способствует повышению контроля качества сырья и безопасности выпускаемой продукции.

Целью моей работы является исследование влияния остаточных количеств антибиотиков в молоке на органолептические и физико-химические параметры кисломолочных продуктов, образующихся в результате ферментации. Чтобы достичь цели исследования, требуется решить следующие задачи:

1. Провести обзор литературы по видам антибиотиков, встречающихся в молоке, и их влиянию на ферментационные процессы;
2. Описать методы обнаружения антибиотиков в молоке;
3. Оценить влияние антибиотиков на процессы ферментации и свойства полученных кисломолочных продуктов;
4. Проанализировать и обобщить полученные результаты.

В качестве объекта исследования выбрано коровье молоко и пробы с добавлением антибиотиков, а в качестве предмета – изучение воздействия этих антибиотиков на ход ферментации.

Данная работа насчитывает 36 страницы и содержит 17 рисунков, 17 таблиц и 3 графика. Аналитический обзор литературы включает в себя рассмотрение 34 научных публикаций.

# ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

## 1   Литературный обзор

В ходе выполнения дипломной работы были изучены отечественные и зарубежные научные публикации, касающиеся молочного сырья, процессов его ферментации и проблемы наличия антибиотиков в молочных продуктах. Анализ литературы способствовал обобщению актуальных данных, выявлению современных подходов к исследованию воздействия антибиотиков на ферментацию и отбору наиболее значимых источников, послуживших основой для теоретической части работы. Литературный обзор прописан по следующему плану:

1. Виды и характеристики питьевого молока и продуктов его ферментации
2. Антибиотики в молоке: виды, свойства, источники и причины присутствия
3. Влияние антибиотиков на микроорганизмы и процессы ферментации
4. Методы обнаружения антибиотиков в молоке

### **1.1   Виды и характеристики питьевого молока и продуктов его ферментации**

Молоко обладает высокой пищевой ценностью благодаря своему составу, включающему все необходимые для организма человека питательные вещества, которые находятся в оптимальном физиологическом соотношении, легко усваиваются и полностью абсорбируются. Одними из важнейших компонентов молока являются полноценные белки, которые, благодаря своим функциональным свойствам, имеют высокую биологическую ценность. В условиях дефицита животного белка в рационе современного человека, включение молочных продуктов в ежедневное питание является не только оправданным, но и необходимым с точки зрения нутрициологии и диетологии [17].

#### **1.1.1   Пастеризованное молоко**

Современные стандарты качества (ГОСТ 13277-79) регламентируют, что питьевое молоко перед поступлением в продажу должно проходить обязательную термическую обработку по установленным нормативам с обязательным последующим охлаждением. Ассортимент пастеризованной молочной продукции на современных предприятиях включает:

1. Традиционное коровье молоко с вариациями жирности (2,5%, 3,2%, 6%);
2. Подвергнутое длительному нагреванию топлёное молоко (4% и 6% жирности);

3. Функциональный продукт - витаминизированное молоко с добавлением аскорбиновой кислоты (2,5% и 3,2% жирности);
4. Диетический вариант - полностью обезжиренное молоко.

Технологический процесс производства требует использования следующих видов сырья:

1. Исходного молочного сырья, соответствующего ГОСТ 13264-70;
2. Нормализованного по жирности молока с кислотностью  $\leq 19^{\circ}\text{T}$ ;
3. Молочных сливок (жирность  $\leq 30\%$ , кислотность  $\leq 24^{\circ}\text{T}$ );
4. Сухих молочных продуктов, полученных методом распылительной сушки;
5. Витаминных добавок (в частности, аскорбиновой кислоты) [16].

Микробиологические показатели пастеризованного молока по ГОСТ 13264-70 представлены в следующей таблице:

Таблица 1 – Микробиологические показатели пастеризованного молока

Вид молока	Общее количество бактерий в 1 мл (не более)	Титр кишечной палочки (мл, не менее)
Пастеризованное (в бутылках и пакетах)		
Группа А	50000	3*
Группа Б	100000	0,3**
Пастеризованное (во флягах и цистернах)	200000	0,3

\* минимальный объём молочной пробы (в мл), в котором лабораторно подтверждается наличие хотя бы одной клетки *Escherichia coli* (колититр).

\*\* расчётная концентрация бактерий группы кишечных палочек (БГКП), выраженная количеством колониеобразующих единиц на 1 литр продукта (колиииндекс).

Качество молочной продукции оценивается по комплексу взаимосвязанных физико-химических и органолептических показателей. Согласно действующим нормативам, молоко высшей категории должно соответствовать I группе чистоты, при этом его температура на всех этапах хранения и реализации не должна превышать  $8^{\circ}\text{C}$ . Критически важным параметром безопасности является отсутствие активности фермента фосфатазы, что служит достоверным свидетельством проведения адекватной термической обработки. Для продуктов детского питания установлены особо строгие требования - предельный уровень кислотности не может превышать  $19^{\circ}\text{T}$ . Кроме того, стандарты предусматривают жесткий контроль массовой доли жира, допуская отклонение не более  $\pm 0,1\%$  от заявленного значения для индивидуальной упаковки (за исключением продукции, реализуемой в цистернах).

Пастеризованное молоко должно демонстрировать абсолютную однородность консистенции без малейших признаков осадка или отслоения

сливочного слоя. Вкусовые характеристики должны быть чистыми, без каких-либо посторонних привкусов и запахов, характерных для сырого молока. Топлёный продукт отличается специфическим карамельным оттенком вкуса, приобретаемым в процессе длительной пастеризации, тогда как восстановленное и белковое молоко имеют лёгкий сладковатый привкус. Цветовая палитра варьируется от белого с минимальным желтоватым подтоном (для классического пастеризованного молока) до выраженного кремового оттенка у топлёного варианта и едва заметного синеватого тона у обезжиренной продукции.

Срок годности пастеризованных молочных продуктов при соблюдении температурного режима от 0 до 8°C не превышает 36 часов, что соответствует категории скоропортящихся товаров. Технологический цикл на молокоперерабатывающих предприятиях включает последовательные стадии: механическую очистку сырья, нормализацию химического состава, термическую обработку по установленным режимам, быстрое охлаждение до 4-6°C, розлив в стандартизированную тару и последующее холодильное хранение. Ключевое требование к пастеризации — гарантированная инактивация всех патогенных микроорганизмов, включая кишечную палочку. После тепловой обработки продукт немедленно охлаждают до указанных температурных параметров и фасуют в стеклянные бутылки ёмкостью 250, 500 и 1000 мл, которые герметизируются алюминиевыми колпачками с обязательным нанесением маркировки, содержащей информацию о производителе и предельной дате реализации. На современных высокотехнологичных предприятиях весь процесс — от мойки тары до укупорки и маркировки — автоматизирован и осуществляется на поточных линиях производительностью до 12 000 единиц продукции в час.

### 1.1.2 Сырое коровье молоко

Органолептические характеристики сырого коровьего молока по ГОСТ 31449–2013 представлены в таблице [18]:

Таблица 2 – Органолептические характеристики сырого коровьего молока

Наименование показателя	Характеристика
Консистенция	Однородная жидкость без осадка и хлопьев
Вкус и запах	Чистый, без посторонних запахов и привкусов, не характерных свежему молоку. Допускается лишь слабо выраженный кормовой запах и привкус
Цвет	От белого до светло-кремового

Физико-химические и микробиологические показатели, предусмотренные этим же ГОСТом, должны соответствовать нормам, приведённым в таблице [18]:

Таблица 3 – Физико-химические и микробиологические показатели

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля жира, %, не менее	2,8
Массовая доля белка, %, не менее	2,8
Кислотность, °Т	От 16,0 до 21,0 включ.
Массовая доля сухих обезжиренных веществ молока (СОМО), %, не менее	8,2
Группа чистоты, не ниже	II
Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	1027,0
Температура замерзания, °С, не выше минус	0,520
Содержание соматических клеток в 1 см <sup>3</sup> , не более	$4,0 \cdot 10^5$
КМАФАнМ*, КОЕ**/см <sup>3</sup> , не более	$1,0 \cdot 10^5$

\* Количествоные показатели аэробных мезофилов и условно-анаэробных микроорганизмов.

\*\* Единицы измерения микробной обсеменённости (КОЕ).

### 1.1.3 Йогурты

Органолептические показатели йогурта по ГОСТ 31981–2013 показаны в таблице [19]:

Таблица 4 – Органолептические показатели йогурта

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная, с нарушенным сгустком при резервуарном способе производства, с ненарушенным сгустком — при термостатном способе производства, в меру вязкая, при добавлении загустителей или стабилизирующих добавок — желеобразная или кремообразная. Допускается наличие в йогурте нерастворимых частиц, характерных для внесённых компонентов.
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов, в меру сладкий вкус (при выработке с подслащающими компонентами), с соответствующим вкусом и ароматом внесённых компонентов.
Цвет	Молочно-белый или обусловленный цветом внесённых компонентов, однородный или с включениями нерастворимых частиц.

Нормы для физико-химических показателей йогурта указаны в следующей таблице [19]:

Таблица 5 – Физико-химические показатели йогурта

Наименование показателя	Норма
Массовая доля жира, %	Менее 0,5 (обезжиренные), от 0,5 до 10,0 включ.
Массовая доля белка, %, не менее:	
- для йогуртов без компонентов	3,2
- для йогуртов с компонентами	2,8*
Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), %, не менее:	
- для йогуртов без компонентов	9,5
- для йогуртов с компонентами	8,5**
Кислотность, °Т	От 75 до 140 включ.
Фосфатаза или пероксидаза	Отсутствие
Температура продукта при выпуске с предприятия, °С	4 ± 2

\* Массовая доля белка в молочной основе для йогуртов с компонентами должна быть не менее 3,2 % в соответствии с требованиями п.2.1.

\*\* Массовая доля СОМО (20 %) в молочной основе для йогуртов с компонентами должна быть не менее 9,5 % в соответствии с требованиями п.2.2.

## 1.2 Антибиотики в молоке: виды, свойства, источники и причины присутствия

Несмотря на широкое применение антибиотиков в ветеринарии для профилактики и лечения заболеваний сельскохозяйственных животных, вопрос наличия их следовых количеств в животноводческой продукции (особенно молочных и мясных изделиях) остаётся важной проблемой для системы контроля качества пищевых продуктов и защиты населения [1].

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, объёмы использования антимикробных средств в ветеринарной практике на сегодняшний день вдвое превышают масштабы применения антибиотиков в клинической медицине [6].

В современной животноводческой практике используется более семидесяти наименований антибиотиков. Препараты данной группы способны сохраняться в пищевых продуктах животного происхождения в виде остаточных количеств на протяжении длительного времени, что обусловливает их возможное поступление в организм человека при потреблении такой продукции. Современные исследования подтверждают, что в готовых молочных продуктах определяются не нативные антибиотики, а их производные - продукты частичного распада, образовавшиеся в результате: метаболических процессов в организме животных, термического воздействия при пастеризации, ферментативных процессов при сквашивании [4].

Присутствие следовых концентраций антимикробных препаратов в молочном сырье способно существенно влиять на биохимические процессы при изготовлении сквашенных молочных продуктов. Как показывают исследования, даже минимальные количества этих веществ ингибируют развитие стартовых культур, что вызывает отклонения в ходе молочнокислого брожения. Это проявляется в увеличении продолжительности ферментации, недостаточном снижении рН, а также в формировании нестандартных реологических и органолептических свойств конечного продукта, включая появление нехарактерной консистенции и посторонних вкусовых оттенков.

Остаточные количества антибиотиков, таких как гентамицин, пенициллин G, окситетрациклин и сульфадимидин, способны ингибировать активность молочнокислых бактерий, замедляя процесс ферментации молока и увеличивая продолжительность времени, необходимого для достижения целевого значения рН. Такое воздействие может отрицательно сказываться на качестве конечного продукта, в том числе вызывать синерезис — выделение сыворотки, что свидетельствует о нарушении текстурных свойств кисломолочной продукции [2].

Поступление антибиотиков в организм человека с пищевыми продуктами животного происхождения может вызывать различные токсические эффекты, наиболее часто проявляющиеся в форме аллергических реакций, дисбактериозов и других неблагоприятных состояний. В связи с этим проблема контаминации пищевой продукции остаточными количествами антимикробных препаратов приобрела высокую актуальность. Основная сложность, связанная с контролем содержания антибиотиков в пищевой цепи, заключается в ограниченной доступности информации о влиянии конкретных химических соединений на здоровье человека. Это обусловлено тем, что между потреблением продукта и воздействием антибиотика опосредован промежуточным звеном — животным, в тканях которого могут накапливаться не только исходные соединения, но и их метаболиты. Скорость выведения этих веществ из организма варьирует в широких пределах, что затрудняет прогнозирование их остаточного содержания в готовой продукции [3].

В рамках системы контроля качества и безопасности пищевой продукции на территории Евразийского экономического союза осуществляется мониторинг четырёх основных групп антибиотиков: левомицетина, стрептомицина, тетрациклина и пенициллина.

Антибиотики класса амфениколов, особенно хлорамфеникол, обладают выраженной токсичностью и выраженной способностью к биоаккумуляции, что обуславливает их особую опасность для пищевых цепей. Ввиду этих факторов, техническим регламентом ТР ТС 033/2013 с 01.07.2015 года были ужесточены нормативы содержания хлорамфеникола в молочной продукции: максимальная допустимая концентрация была снижена более чем в 30 раз - с 0,01 мг/кг до 0,0003 мг/кг для всех видов молочного сырья (цельное молоко, обезжиренное молоко, сливки) и готовых продуктов [34].

По ТР-ТС-0332013 мы можем узнать допустимые уровни антибиотиков в молоке и молочных продуктах [34].

Таблица 6 – Максимально допустимые уровни антибиотиков, которые могут содержаться в коровьем молоке в странах ЕС

Продукт, группа продуктов	Потенциально опасные вещества и показатели окислительной порчи	Допустимые уровни, мг/кг (л), не более (для сухих продуктов – в пересчете на восстановленный продукт)
Все молочные продукты	левомицетин (хлорамфеникол)	не допускается (менее 0,0003)
	тетрациклическая группа	не допускается (менее 0,01)
	пенициллин	не допускается (менее 0,004)
	стрептомицин	не допускается (менее 0,2)
	микотоксины: афлатоксин $M_1$	не допускается (менее 0,00002)
	радионуклиды (в пересчете на готовый к употреблению продукт): цезий-137	40 Бк/л
	стронций-90	25 Бк/л
	диоксины*	не допускается (в пределах погрешности измерения)

\* Мониторинг данного показателя осуществляется при официальном подтверждении государственными регулирующими органами факта экологического кризиса, вызванного чрезвычайными ситуациями природного или антропогенного происхождения, которые могут привести к загрязнению окружающей среды диоксиновыми соединениями.

### 1.3 Влияние антибиотиков на микроорганизмы и процессы ферментации

Наличие остаточных количеств антибиотиков представляет собой серьёзную угрозу как для здоровья человека, так и для молочной промышленности. Антимикробные препараты не только эффективно устраняют патогенные микроорганизмы у человека и животных, но и ингибируют активность бактерий, применяемых для производства ферментированных молочных продуктов. Таким образом, остаточные следы этих препаратов в молоке не только несут потенциальную опасность для здоровья потребителей, но и могут значительно повлиять на качество и технологические характеристики производимых молочных изделий [2].

Присутствие антимикробных соединений в молочном сырье может вызывать подавление развития заквасочных микроорганизмов различной степени выраженности - от частичного снижения метаболической активности до полного прекращения их размножения. Такое ингибирующее воздействие приводит к существенному уменьшению популяции бактериальных культур и, как следствие, к отклонениям в протекании биохимических процессов

сквашивания, включая как спонтанное, так и направленное ферментативное преобразование молочного субстрата [7].

Молочное сырьё, содержащее даже незначительные концентрации антибактериальных веществ, способно вызывать серьёзные отклонения в технологическом цикле изготовления сквашенных молочных продуктов. Подобные примеси оказывают комплексное негативное влияние на биохимические и физико-химические процессы, что в конечном итоге отражается как на потребительских свойствах готовой продукции, так и на экономических показателях молокоперерабатывающих предприятий. Основные технологические нарушения связаны со способностью этих соединений угнетать развитие полезной микрофлоры, необходимой для правильного сквашивания. Параллельно наблюдается изменение нормального хода коагуляции белков и формирования сгустка, что приводит к получению продукта с нестандартными структурными и вкусоароматическими характеристиками [11].

Микроорганизмы, участвующие в молочнокислом брожении, выполняют важнейшую функцию в создании характерных свойств ферментированных молочных изделий. Эти культуры, широко применяемые в качестве производственных заквасок, определяют основные качественные параметры готовой продукции - от специфического вкусового букета до оптимальной консистенции. Современные исследования выявляют значительную вариабельность реакции различных штаммов на присутствие антибактериальных веществ в субстрате. Даже в пределах одного вида микроорганизмов наблюдается широкий диапазон чувствительности к ингибирующему действию антимикробных препаратов, что подтверждается многочисленными экспериментальными данными [12, 13].

Чувствительность штаммов молочнокислых бактерий к антимикробным веществам определяется несколькими взаимосвязанными факторами. Во-первых, существенное значение имеет видовая принадлежность и форма существования микроорганизмов - изолированные монокультуры проявляют иную реакцию по сравнению с комплексными микробными ассоциациями. Во-вторых, критическую роль играют фармакологические свойства антибактериального соединения, в частности его способность проникать через клеточные мембранны и механизм действия на метаболические процессы бактериальной клетки. Многочисленные исследования подтверждают, что именно сочетание этих параметров обуславливает степень ингибирующего эффекта, который может значительно варьироваться даже для близкородственных штаммов [14]. Главные технологические сложности, возникающие из-за присутствия антимикробных остатков в молоке, связаны с их ингибирующим воздействием на процессы молочнокислого брожения. Эти соединения способны существенно замедлять или полностью блокировать развитие стартовых культур, что приводит к недостаточному образованию молочной кислоты. Данный аспект особенно критичен при производстве сыров, где постепенное снижение pH играет определяющую роль: оптимальная кислотность не только активирует ферментные системы, но и ускоряет процесс

коагуляции белков, что является ключевым фактором для формирования правильной структуры и текстуры твердых сыров длительного созревания [15].

В результате ингибирующего воздействия антибиотиков могут наблюдаться ухудшения технологических характеристик закваски. Например, с увеличением концентрации антибиотика может увеличиваться время формирования сгустка, а также наблюдаться снижение его плотности [8,9].

Биологически активные соединения, продуцируемые молочнокислыми бактериями, оказывают комплексное воздействие на микробные сообщества. В процессе ферментации происходит естественное подкисление среды и выделение бактериоцинов, что создает неблагоприятные условия для развития патогенной микрофлоры. Однако при наличии антимикробных остатков в субстрате наблюдается парадоксальный эффект - угнетение жизнедеятельности самих лактобактерий. Это приводит к нарушению динамики биохимических процессов, что проявляется в виде замедления скорости ферментации и неполноценного протекания ключевых метаболических превращений [7].

Обеспечение стабильного качества молочной продукции требует строгого мониторинга содержания антимикробных веществ в исходном сырье. Особое внимание следует уделять изучению реакции заквасочных культур на различные концентрации этих соединений, поскольку их чувствительность может существенно варьироваться. Только комплексный подход, учитывающий оба этих фактора, позволяет гарантировать соответствие готовых продуктов установленным нормам безопасности и технологическим стандартам [9].

Среди широкого ассортимента молочной продукции особой популярностью у потребителей пользуются йогурты и сыры. Технология их производства, несмотря на существующие различия в рецептурах, неизменно включает стадию термической обработки сырья. Пастеризация молока выполняет важную функцию деактивации антимикробных веществ - под воздействием высоких температур происходит частичное разрушение этих соединений, что существенно уменьшает их остаточное содержание и снижает потенциальное влияние на процессы ферментации [10].

## **1.4 Методы обнаружения антибиотиков в молоке**

Обнаружение антибиотиков в молоке является важной задачей для обеспечения безопасности продуктов питания и предотвращения развития антибиотикорезистентности. Современные методы позволяют быстро и точно определять наличие нескольких видов антибиотиков в молоке одновременно.

Для этого используются различные методы, включая иммунохимические, флуоресцентные, микробиологические и электрохимические подходы. Эти методы обладают высокой чувствительностью, скоростью анализа и возможностью одновременного выявления нескольких антибиотиков, что имеет решающее значение для контроля качества молочной продукции.

### **1.4.1 Микробиологические методы анализа**

Современная аналитическая практика всё чаще отдаёт предпочтение биологическим методам исследования, которые сочетают в себе ряд существенных преимуществ. Эти методики характеризуются исключительной чувствительностью к определяемым веществам, экономической доступностью необходимого оборудования, низкой себестоимостью проводимых анализов.

Среди разнообразия биологических подходов особое распространение получили микробиологические тест-системы. Их принцип действия основан на использовании специально селекционированных микроорганизмов, проявляющих высокую степень чувствительности к определяемым соединениям [20].

В производственной практике широкое применение находят микробиологические аналитические методики, принцип действия которых основан на способности антимикробных веществ подавлять развитие специфических тест-штаммов. Наиболее распространенный подход - метод диффузии в агар - позволяет количественно оценивать содержание антибиотиков в молочном сырье. Суть методики заключается в измерении зон ингибирования роста микроорганизмов, которые высеваются на плотные питательные среды и проявляют чувствительность к определяемым соединениям [22].

Эти тесты, основанные на чувствительности бактерий к антибиотикам, позволяют выявлять широкий спектр веществ, включая бета-лактамы, тетрациклины и сульфаниламиды, даже на уровнях, близких к максимально допустимым [25, 26]. Кроме того, биоанализы с GFP-меченными клетками, использующие изменение флуоресценции живых клеток для обнаружения антибиотиков, делают метод простым и экономичным для регулярного контроля [26].

#### **1.4.2 Иммунохимические методы**

Одними из наиболее высокочувствительных и селективных методов анализа являются иммунологические, иммунохимические и иммуноферментные методы [21].

Современные достижения в области аналитической химии привели к разработке инновационного иммуноферментного метода детекции аминогликозидов. В основе предложенной методики лежит использование амперометрического иммуносенсора, биочувствительный элемент которого содержит конъюгат холинэстеразы со специфическими антителами к гентамицину. Данный подход демонстрирует исключительную чувствительность, позволяя определять следовые количества антибиотика (до 1 нг/мл) в течение 20 минут.

Применение этого метода к коммерческим образцам молочной продукции выявило значительные различия в содержании гентамицина:

1. В образце "Домик в деревне" концентрация составила 7.5 мг/мл
2. В марке "Милая мила" - 5.8 мг/мл

Особенно высокие уровни антибиотика отмечались в продуктах, предназначенных для длительной транспортировки и хранения (до 60 суток), что указывает на возможное использование гентамицина в качестве консерванта [23].

Иммуноферментный анализ (ELISA) и микромассивы позволяют одновременное выявление нескольких антибиотиков с использованием антител, что обеспечивает высокую чувствительность и автоматизацию. Примером является автоматизированная система PASA, которая позволяет обнаружить 10 антибиотиков за менее чем 5 минут с пределами обнаружения, ниже допустимых норм [24].

Иммунохроматографический анализ (ICA) представляет собой быстрые тест-полоски, использующие специфичность антител, что позволяет выявлять антибиотики (например, стрептомицин, тетрациклин, хлорамфеникол) на уровнях, соответствующих или ниже максимально допустимых норм. Эти тесты просты в использовании, доступны и идеально подходят для экспресс-анализа непосредственно на месте [29, 30].

Иммуносенсоры включают как традиционные методы с метками (например, ELISA), так и безметочные подходы (например, поверхностный плазмонный резонанс, электрохимические сенсоры), что позволяет проводить анализ вне лабораторных условий [27, 28].

#### **1.4.3 Электрохимические методы**

Электрохимические методы обнаружения антибиотиков в молоке становятся все более популярными благодаря своей высокой чувствительности, простоте, низкой стоимости и скорости анализа. Эти методы позволяют эффективно выявлять остатки различных классов антибиотиков, что критично для обеспечения безопасности пищевых продуктов.

Электрохимические сенсоры и биосенсоры применяются для обнаружения аминогликозидов, бета-лактамов, фторхинолонов, сульфаниламидов, тетрациклических антибиотиков и других антибиотиков в молоке. Для повышения чувствительности и селективности используются различные методы модификации электродов и наноматериалы [31, 32].

Электрохимические сенсоры с применением машинного обучения способны распознавать "отпечатки" антибиотиков в молоке с помощью многоэлектродных систем и алгоритмов анализа данных, что обеспечивает высокую точность и возможность интеграции в производственные процессы [27, 28].

Иммуносенсоры с магнитными частицами обеспечивают высокую селективность и низкие пределы обнаружения (до 1,44 мкг/л для сульфаниламидов), что делает их подходящими для быстрого анализа на месте [33].

## **2 Экспериментальная часть**

### **2.1 Материалы и методика исследований**

Исследования проводились в лаборатории кафедры «Химическая и биохимическая инженерия».

Объект исследования: сырое коровье молоко.

Предмет исследования: антибиотики и их влияние на процесс ферментации в производстве кисломолочных продуктов.

Все этапы экспериментальных изысканий проводились в рамках действующего нормативного поля, охватывающего государственные и межгосударственные регламенты. Для обеспечения максимальной достоверности результатов были задействованы только стандартизированные методы исследования и сертифицированные ресурсы, включая специализированное оборудование и реагенты установленного качества.

### **2.2 Характеристика и подготовка проб молока и молока с антибиотиками**

Согласно данным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, на начало 2023 года численность поголовья коров в стране составила около 4,5 миллиона голов, что превышает показатели 2022 года на 5,3%. По среднему годовому надою молока на одну дойную корову в 2022 году лидирующие позиции занимают Акмолинская, Северо-Казахстанская и Алматинская области. В то же время самые низкие показатели отмечены в Кызылординской и Атырауской областях. Эти данные позволяют оценить региональные различия в молочной продуктивности и выбрать наиболее репрезентативные области для отбора проб при проведении исследований, направленных на анализ качества молока.

Для проведения экспериментальной части настоящего исследования, направленного на изучение влияния остатков антибиотиков в коровьем молоке на процессы ферментации при производстве молочных продуктов, был осуществлён отбор проб молока.

В рамках данного исследования было использовано 6 проб коровьего молока, различающиеся по происхождению и содержанию антибиотиков. Первая проба была отобрана в торговом комплексе “Жулдыз”, который непосредственно получают в животноводческом хозяйстве, расположенном в селе Самсы, Жамбылском районе, Алматинской области. В качестве второй пробы использовалось пастеризованное молоко “Домик в деревне”, приобретённое в розничной торговой сети. Оба образца были доставлены в лабораторию с соблюдением условий холодовой цепи и использованы для проведения дальнейших экспериментов по оценке влияния остаточных количеств антибиотиков на процессы ферментации. Для проб с 3 по 6 в домашнее коровье

молоко были добавлены по 500 микролитров стрептомицина, пенициллина, тетрациклина и хлорамфеникола.

Сырое коровье молоко для проведения эксперимента было закуплено непосредственно у владельцев животноводческого хозяйства. Такой подход позволил обеспечить максимальную свежесть и минимизировать риск контаминации продукта на этапе транспортировки и хранения, что обеспечило сохранение первоначальных характеристик для достоверности результатов исследования.



Рисунок 1 – Подготовка проб молока

### 2.3 Проведение ферментации: приготовление йогурта

Процесс приготовления йогурта предусматривал выполнение следующих этапов:

1. Подготовка посуды и оборудования. Все используемые ёмкости предварительно были вымыты с применением моющего средства, ополоснуты кипятком и дистиллированной воды для устранения посторонней микрофлоры. Это обеспечивало стерильные условия для ферментации.

2. Подготовка молока. Оно предварительно было доведено до кипения и прокипячено в течение 2–3 минут для термической обработки, после чего охлаждено до температуры заквашивания. Мы прогрели для 70.7°C и ждали остывания до 43.5°C.



Рисунок 2 – Подготовка молока

3. Разлив молока по колбам. Мы разлили молоко по 150 мл в 5 колб. Первую пробу оставили как контрольную группу, а в остальные 4 мы добавили растворы антибиотиков

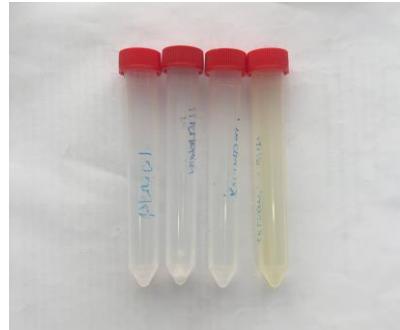


Рисунок 3 – Растворы антибиотиков (пенициллин, стрептомицин, хлорамфеникол, тетрациклин)

4. Добавление закваски. После охлаждения до нужной температуры в молоко добавлялась закваска "Пробио Йогурт" от Vivo. Закваска содержала 10 штаммов живых бактерий, включая *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Bifidobacterium infantis* и др. На каждую пробу молока мы добавили по 0.25 грамм закваски.

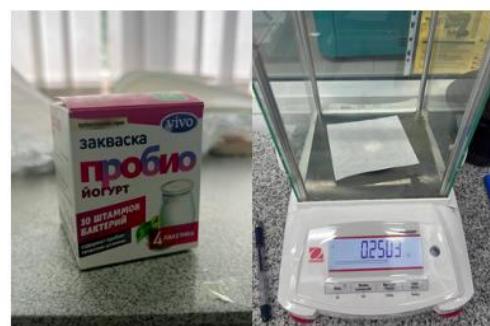


Рисунок 4 – Взвешивание сухой закваски на весах

5. Перемешивание. Молоко с добавленной закваской тщательно перемешивалось до полного растворения порошка, избегая вспенивания.



Рисунок 5 – Готовые пробы молока

6. Ферментация. Заквашенное молоко помещалось в термостат при температуре 37–40 °С. Процесс ферментации продолжался 8 часов. Об окончании ферментации свидетельствовали образование плотного сгустка, характерный вкус и запах.



Рисунок 6 – Пробы молока в термостате

7. Охлаждение и хранение. После завершения ферментации ёмкости с йогуртом помещались в холодильник при температуре 4–6 °С для остановки дальнейшего роста бактерий и стабилизации структуры.

#### **2.4 Органолептический анализ молока и кисломолочных продуктов на его основе**

Органолептическая оценка исследуемых проб молока и йогурта проводилась в соответствии с требованиями стандартов СТ РК 1732–2007 «Молоко и молочные продукты. Органолептический метод определения показателей качества» и СТ РК 1733–2015 «Молоко и молочные продукты. Общие технические условия» и ГОСТ 31981–2013 «Йогурты. Общие технические условия».

В ходе исследования оценивали органолептические характеристики: визуальные параметры (форма, цвет, структура), а также вкусоароматические свойства. Оценка проводилась при естественном освещении в лабораторных условиях, соблюдая требования к температурному режиму и санитарной чистоте.

Каждая проба молока рассматривалась визуально на наличие механических примесей, осадка и посторонних включений. Также обращалось внимание на степень однородности и прозрачности. Цвет оценивался визуально в стандартной прозрачной посуде. Вкус и запах определялись дегустацией с обязательным соблюдением санитарных норм.

Данные сенсорной оценки служили важным инструментом для предварительного контроля качества молочной продукции, позволяя оперативно

выявлять признаки, указывающие на несоблюдение регламентов хранения, логистики или производственных технологий.



Рисунок 7 – Органолептический анализ

## 2.5 Физико-химический анализ молока

Для комплексного исследования физико-химических параметров различных видов молочной продукции (пастеризованного молока, сырого молока и йогурта) применялся современный инфракрасный анализатор MilkoScan FT1. Этот высокотехнологичный прибор работает на принципе Фурье-спектроскопии в ИК-диапазоне, что позволяет обеспечивать высокую точность измерений, определять широкий спектр компонентов, получать результаты в режиме реального времени. В рамках проведённого анализа были получены следующие показатели: жир (%), белок (%), сухой обезжиренный остаток (СОЖ) (%), общие сухие вещества (ОСВ) (%), лактоза (%), низколактозное содержание (%), галактоза (%), глюкоза (%), температура замерзания (мкградусов), температура замерзания (°C), кислотность по Дорнику (°D), кислотность по Шору (°SH), кислотность по Тернеру (°Th), молочная кислота (%), плотность (г/л), лимонная кислота (%), свободные жирные кислоты (ммоль/кг), казеин (%).

Параллельно осуществлялся ряд аналитических процедур физико-химического и биохимического характера в строгом соответствии с регламентирующими стандартами, в частности:

ГОСТ 3624–92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности».



Рисунок 8 – Проведение физико-химического анализа на MilkoScan FT1

### 2.5.1 Определение кислотности молока

Анализ кислотных характеристик молока и продуктов его переработки проводился по двум различным методическим подходам: метод потенциометрического измерения pH с применением лабораторного pH-метра и титриметрический метод.

Ход выполнения анализа для определения pH с помощью pH-метра:

1. Для подготовки прибора электрод pH-метра был тщательно промыт дистиллированной водой для удаления возможных загрязнений и был осушен фильтровальной бумагой.

2. После этого для калибровки электрод погружали в буферный раствор с нейтральной средой (pH 7,0). Ожидали стабилизации показаний, после чего прибор считался готовым к использованию.

3. Чтобы провести измерение pH подготовленные пробы молока (сырое, пастеризованное и кобылье) доводились до комнатной температуры и тщательно перемешивались. Электрод последовательно погружали в каждую пробу.

4. После стабилизации показаний записывали значения pH для дальнейшей обработки и анализа.

Полученные данные позволили оценить свежесть и уровень кислотности исследуемых образцов с соблюдением всех требований нормативной базы.



Рисунок 9 – Измерение кислотности с помощью pH-метра

В соответствии с требованиями ГОСТ 3624–92 «Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности» дополнительно был проведён анализ кислотности с использованием классического метода титрования.

Ход выполнения анализа:

1. С помощью мерного цилиндра в коническую колбу отмеряли по 10 мл исследуемых проб (сырое, пастеризованное и кобылье молоко).

2. В качестве кислотно-основного индикатора вносили 2 капли 0,1% раствора фенолфталеина, что позволяет визуализировать конечную точку титрования.

3. Постепенно добавляли 0,1 н раствора NaOH из калиброванной бюретки до достижения эквивалентной точки, которая фиксировалась по появлению бледно-розового окрашивания, сохраняющего стабильность минимум 60 секунд.

4. После окончания титрования фиксировали объем израсходованного щелочного раствора.

5. На основании полученных данных рассчитывали кислотность пробы в градусах Тернера ( $^{\circ}\text{T}$ ) по стандартной формуле.

Полученные результаты использовались для комплексной оценки кислотности исследуемых молочных продуктов и последующего анализа их качества и свежести.

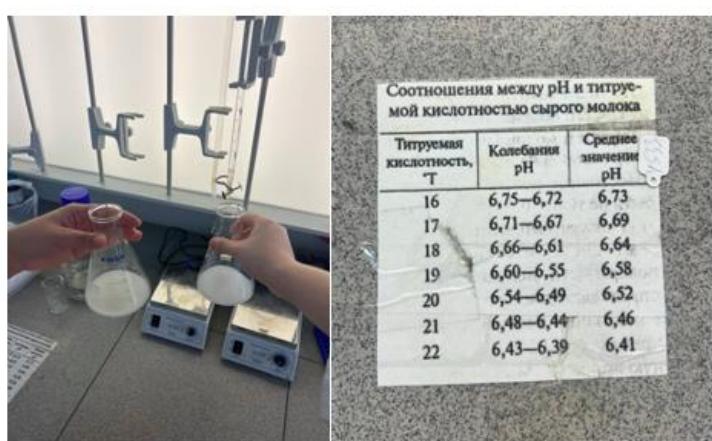


Рисунок 10 – Определение кислотности титриметрическим методом

## 2.6 Методика определения остаточных антибиотиков в молоке

Для определения остаточного содержания антибиотиков в пробах молока в рамках данного исследования использовалась тест-система Garant 4 Ultra Milk, соответствующая требованиям ГОСТ 32219–2013 «Иммунологические методы выявления антибиотиков». Данная система позволяет одновременно выявлять антибиотики четырёх основных групп:  $\beta$ -лактамов, тетрацикличес, стрептомицина и хлорамфеникола. Методика основана на иммунохроматографическом принципе с использованием инкубаторного оборудования. В комплект входят тубы с микролунками и тест-полосками (12 штук по 8 полосок), планшет на 96 микролунок, наконечники для дозатора объёмом 200 мкл (96 шт.), положительный и отрицательный контроль, инструкция по применению и сертификат соответствия требованиям надлежащего производства.

Тест-система характеризуется высокой чувствительностью и точностью, коротким временем проведения анализа (8–10 минут), широким спектром определяемых антибиотиков, а также возможностью выбора между

инкубаторным и безинкубаторным методом. Простота использования, длительный срок хранения (18 месяцев), а также валидация ФГАНУ «ВНИМИ» и соответствие стандарту качества ISO 9001:2015 подтверждают её надёжность и применимость в лабораторных условиях. Минимальные детектируемые концентрации антибиотиков соответствуют установленным пороговым значениям и охватывают более 30 наименований, включая такие препараты, как ампициллин, оксациллин, стрептомицин, тетрациклин и хлорамфеникол, что обеспечивает высокую достоверность результатов анализа.

К анализу допускались пробы сырого, смешанного коровьего молока, соответствующие следующим условиям: температура продукта в момент проведения исследования находилась в пределах 15–37 °C; молоко предварительно тщательно перемешивалось для обеспечения однородности; отсутствовали признаки свертывания или наличие осадка. Соблюдение данных требований было необходимо для получения достоверных и воспроизводимых результатов анализа.

Порядок проведения анализа:

1. Пробы сырого коровьего молока, пастеризованного молока, кобыльего молока, а также тест-наборы предварительно выдерживались при температуре 15–37 °C для достижения оптимальных условий реакции.

2. Из упаковки извлекались планшетка и туба. Из тубы доставалось необходимое количество микролунок для исследования.

3. Микролунки с реагентом размещались на планшетке.

4. С помощью пипетки в каждую микролунку вносились по 200 мкл проб. Перемешивание проводилось путём десятикратного пипетирования.

5. Образцы выдерживали при заданной температуре в течение 5 минут для обеспечения полного протекания аналитических реакций.

6. После завершения указанного временного интервала из герметичной упаковки извлекались диагностические полоски для каждого исследуемого образца.

7. Подготовленные тест-полоски помещали в соответствующие микролунки с анализируемыми пробами и подвергали дополнительной инкубации в течение 5 минут для завершения иммунохимических реакций.

8. Подготовленные тест-полоски помещали в соответствующие микролунки с анализируемыми пробами и подвергали дополнительной инкубации в течение 5 минут для завершения иммунохимических реакций.

9. После завершения указанного временного интервала из герметичной упаковки извлекались диагностические полоски для каждого исследуемого образца.

10. После завершения указанного временного интервала из герметичной упаковки извлекались диагностические полоски для каждого исследуемого образца.



Рисунок 11 – Проведение экспресс-теста на антибиотики

### 3 Результаты собственного исследования

#### 3.1 Оценка органолептических свойств молока

Органолептическая оценка исследуемых проб молока проводилась в соответствии с требованиями стандартов СТ РК 1732-2007, СТ РК 1733-2015 и ГОСТ 31981-2013.

Для сравнительного исследования были взяты: пастеризованное молоко, сырое коровье молоко и йогурт.

Таблица 7 – Органолептические показатели исследуемых проб молока

Показатель	Пастеризованное молоко	Сыре коровье молоко	Йогурт (контрольная проба)
Внешний вид и консистенция	Однородная без осадков и хлопьев жидкость	Однородная жидкость, легкий осадок белков	Однородная, с ненарушенным сгустком
Цвет	Белый с легким кремовым оттенком	Слегка желтый	Молочно-белый
Запах	Чистый, характерный для пастеризованного молока свежий запах	Свежий, характерный молочный запах	Сладковатый, характерный ароматом
Вкус	Слегка сладкий, чистый, свежий	Свежий, сладковатый, с легкой кислинкой	Чистый, кисломолочный, в меру сладковатый
Соответствие требованиям ГОСТ	Соответствует	Соответствует	Соответствует

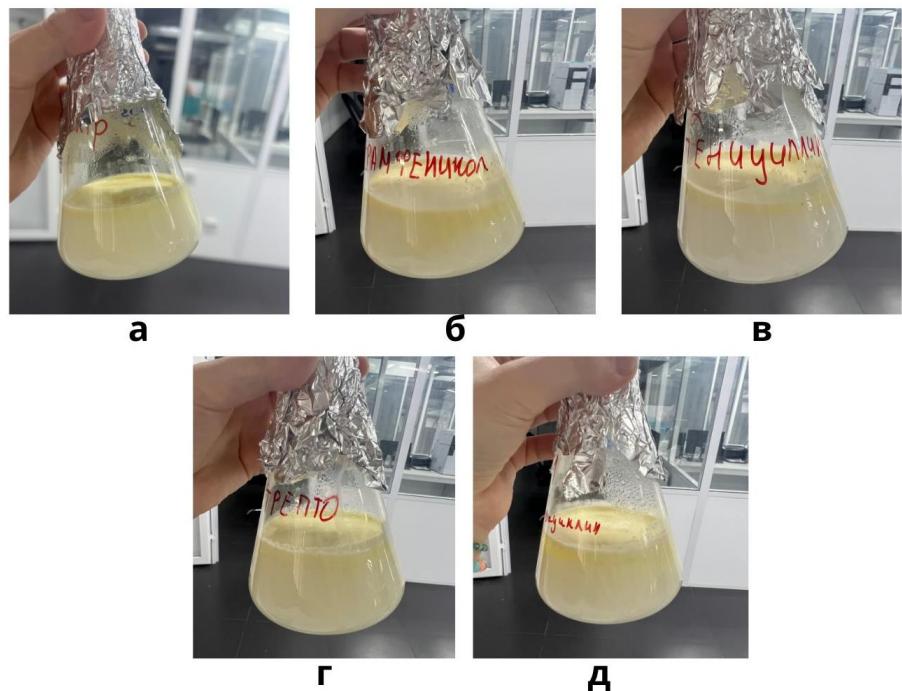
При добавлении антибиотиков в молоко внешний вид, цвет и запах не показал сильных изменений.

Сильные изменения были только при приготовлении йогурта и в пробах с антибиотиками йогурт получился не соответствующими требованиям ГОСТ

Только пробы со стрептомицином (рисунок 13 (г)) более или менее были похожи на йогурт, по пробы с хлорамфениколом (рисунок 13 (б)), пенициллином (рисунок 13 (в)) и тетрациклином (рисунок 13 (д)) были слишком жидкими, чтобы их назвать йогуртом. Пробы с хлорамфениколом и тетрациклином дали небольшой сгусток, проба с пенициллином так и остался жидким как молоко.



Рисунок 12 – Пробы йогурта после термостата и холодильника



Рисунки 13 – Контрольная проба (а) и йогурты с хлорамфениколом (б), пенициллином (в), стрептомицином (г), тетрациклином (д)

### 3.2 Оценка физико-химических показателей молока

#### 3.2.1 Результаты проверки на MilkoScan FT1

Анализы пастеризованного молока и сырого коровьего молока показали следующие результаты:

Таблица 8 - Физико-химические показатели пастеризованного молока

Fat (%)	Protein (%)	SNF (%)	Lactose (%)	Freezing Point °C (°C)	Acidity °Therner (°TH)	Lactic Acid (%)	Density (g/L)	Citric Acid (%)	Casein (%)
3.52	3.32	9.22	4.79	-0.567	18.67	0.169	1028.2	0.2	2.35
3.52	3.31	9.24	4.77	-0.564	18.4	0.167	1027.7	0.2	2.36
3.52	3.32	9.23	4.78	-0.565	18.54	0.168	1027.9	0.2	2.36

Таблица 9 – Физико-химические показатели сырого коровьего молока

Fat (%)	Protein (%)	SNF (%)	Lactose (%)	Freezing Point °C (°C)	Acidity °Therner (°TH)	Lactic Acid (%)	Density (g/L)	Citric Acid (%)	Casein (%)
3.56	3.44	10.00	4.46	-0.617	17.58	0.161	1028.1	0.3	2.73
3.55	3.46	10.02	4.45	-0.612	17.56	0.162	1027.5	0.3	2.72

3.56	3.45	10.01	4.46	-0.614	17.55	0.161	1027.8	0.3	2.73
------	------	-------	------	--------	-------	-------	--------	-----	------

Физико-химические анализы йогурта показали следующие результаты (таблицы 10–13):

Таблица 10 – Физико-химические показатели контрольной пробы йогурта

Fat (%)	Protein (%)	SNF (%)	TS (%)	Lactose (%)
4.08	3.83	10.04	14.15	5.45
4.03	3.88	10.06	14.17	5.42
4.06	3.86	10.05	14.16	5.44

Таблица 11 – Физико-химические показатели йогурта со стрептомицином

Fat (%)	Protein (%)	SNF (%)	TS (%)	Lactose (%)
4.46	3.62	10.15	15.08	5.83
4.48	3.60	10.15	15.05	5.85
4.54	3.61	10.15	15.06	5.84

Таблица 12 – Физико-химические показатели йогурта с хлорамфениколом

Fat (%)	Protein (%)	SNF (%)	TS (%)	Lactose (%)
3.12	3.86	10.88	13.98	5.84
3.48	3.86	10.79	14.34	5.82
3.33	3.86	10.73	14.16	5.83

Таблица 13 – Физико-химические показатели йогурта с тетрациклином

Fat (%)	Protein (%)	SNF (%)	TS (%)	Lactose (%)
3.57	3.55	10.49	14.30	5.7
3.54	3.62	10.54	14.34	5.64
3.56	3.59	10.51	14.32	5.67

### 3.2.2 Кислотность молока

Таблица 14 – Активная и титруемая кислотность проб молока

Проба молока	Активная кислотность	Титруемая кислотность (°Т)
Пастеризованное молоко	6.24	18.54
Сырое коровье молоко	6.18	17.55
Йогурт (контрольная проба)	4.52	46.44
Йогурт (стрептомицин)	4.76	40.98
Йогурт (хлорамфеникол)	6.2	18.29
Йогурт (тетрациклин)	6.25	28

Из таблицы видно, что пастеризованное и сырое коровье молоко имеют близкие значения активной и титруемой кислотности, соответствующие нормальным показателям свежего молока (рН ~6.2–6.3 и титруемая кислотность ~17–19 °Т). Небольшое снижение рН у сырого молока (6.18) указывает на начальные стадии повышения кислотности, возможно из-за развития молочнокислых бактерий.

Анализ показал, что в контрольной пробе йогурта без антибиотиков наблюдается максимальная кислотность, что свидетельствует об активной ферментации, в то время как добавление антибиотиков, особенно хлорамфеникола и тетрациклина, существенно снижает как титруемую, так и активную кислотность, указывая на подавление жизнедеятельности молочнокислых бактерий и подтверждая высокую чувствительность заквасочной микрофлоры к остаточным количествам антибиотиковых веществ.

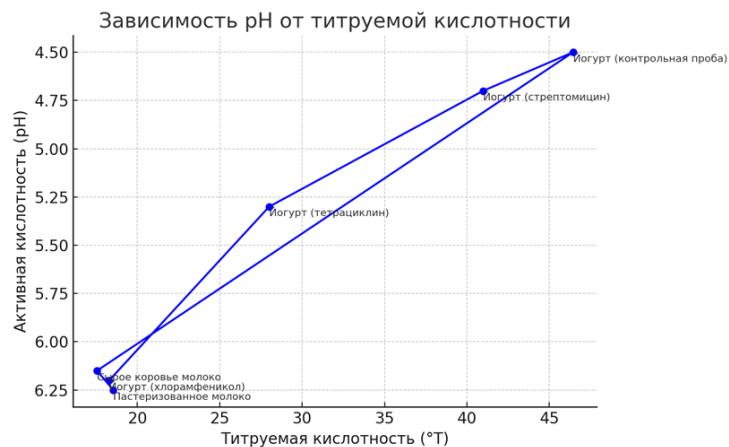


Рисунок 14 – Зависимость активной кислотности от титруемой кислотности

Таблица 15 – Соответствие кислотности проб по ГОСТ 31981–2013 и СТ РК 1733–2015

Проба молока	Соответствие ГОСТу
Пастеризованное молоко	Соответствует
Сыре коровье молоко	Соответствует
Йогурт	Не соответствует



Рисунок 15 – Результаты определения кислотности по pH-метру

### 3.2.3 Остаточные антибиотики в молоке

Результаты экспресс-теста приведены в таблицах и графиках ниже:

Таблица 16 – Остаточные антибиотики в пастеризованном молоке

Параметр	Результат	Пик	Коэффициент
C	Дей	87.1	

Cap	Пол	17.8	0.204
Strep	Отр	454.0	5.212
Tetra	Отр	434.0	4.982
Beta	Отр	444.9	5.107

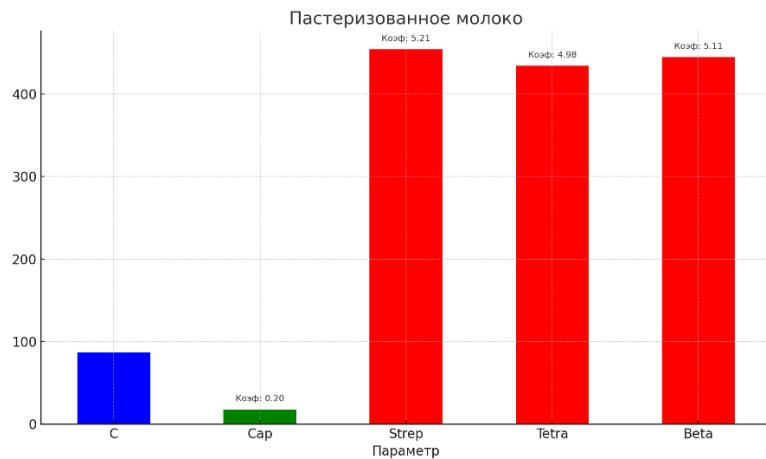


Рисунок 16 – График результата расшифровки теста образца

Таблица 17 – Остаточные антибиотики в сыром коровьем молоке

Параметр	Результат	Пик	Коэффициент
C	Дей	218.4	
Cap	Отр	674.5	3.088
Strep	Отр	555.5	2.543
Tetra	Отр	576.5	2.639
Beta	Пол	131.1	0.600

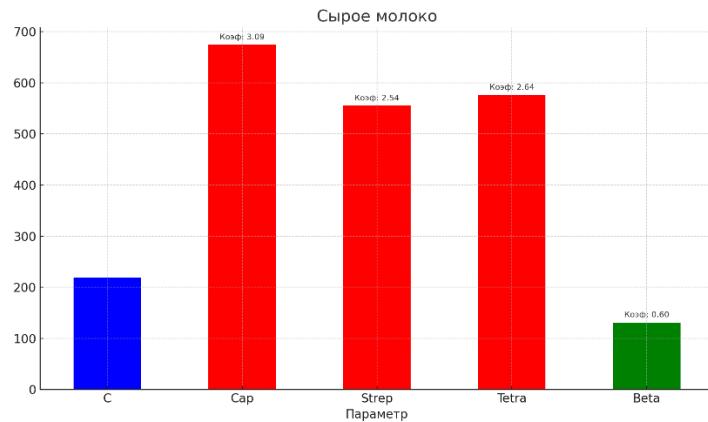


Рисунок 17 – График результата расшифровки теста образца

Проведенный анализ остаточного содержания антибиотиков в молочном сырье выявил следовые концентрации  $\beta$ -лактамных антибиотиков в сыром коровьем молоке на уровне 0,6 мкг/л (0,0006 мг/кг). Данный показатель значительно (в 6,7 раз) ниже регламентированного техническим регламентом ТР ТС 033/2013 предельно допустимого уровня для пенициллинов (0,004 мг/кг), что позволяет классифицировать образец как соответствующий нормативным

требованиям. Отмеченная концентрация является технологически незначимой и не оказывает влияния на процессы молочнокислой ферментации.

При исследовании пастеризованного молока было обнаружено присутствие хлорамфеникола в количестве 0,204 мкг/л (0,000204 мг/кг). Установленное значение на 32% ниже максимально разрешенной концентрации (0,0003 мг/кг), что согласно действующим нормативным документам дает основание считать образец свободным от детектируемых количеств данного антибиотика.

Обе пробы соответствуют нормам антибиотиков в молоке для ЕС. Именно поэтому в сырое коровье молоко мы добавили растворы антибиотиков для наблюдения за изменениями при проведении ферментации.

### **3.3 Влияние остаточных антибиотиков на процесс ферментации**

На первом этапе исследования было проведено тестирование двух видов молока — пастеризованного магазинного и свежего коровьего молока — на наличие остаточных количеств антибиотиков. Результаты показали, что содержание антибиотиков в обоих образцах находилось на уровне, близком к нулевому, что не позволяло достоверно оценить их влияние на заквасочные микроорганизмы.

В связи с этим на втором этапе эксперимента в молоко целенаправленно добавлялись антибиотики четырёх различных групп: стрептомицин, пенициллин, тетрациклин и хлорамфеникол (левомицетин). После внесения антибиотиков в образцы в них была добавлена сухая закваска «Пробио Йогурт» от компании Vivo, содержащая 10 штаммов живых пробиотических микроорганизмов. Все пробы инкубировались в термостате при температуре 37–40 °С в течение 6–8 часов.

Особое внимание уделялось образованию сгустка, консистенции, кислотности и соответствуию продукции требованиям ГОСТ 31981–2013 «Йогурт. Технические условия».

Результаты показали, что антибиотики существенно влияют на процесс ферментации и качество готового продукта. Проба со стрептомицином продемонстрировала наименьшее угнетающее действие: образовался сгусток, по внешнему виду и консистенции близкий к стандартному йогурту, хотя плотность и вкус были несколько ослаблены. Проба с хлорамфениколом образовала слабый сгусток, йогурт получился недостаточно плотным и водянистым. Проба с тетрациклином также дала незначительный сгусток, продукт был жидким, с нарушенной структурой. Проба с пенициллином показала наибольшее ингибирование — коагуляция молока не происходила вовсе, проба осталась в жидким состоянии, идентичном исходному молоку.

Таким образом, все образцы с добавлением антибиотиков не соответствовали требованиям ГОСТ по консистенции, внешнему виду и органолептическим показателям, что свидетельствует о выраженном подавлении жизнедеятельности заквасочных микроорганизмов.

### 3.4 Обсуждение полученных данных

Проведённое исследование подтвердило, что наличие антибиотиков в молочном сырье оказывает выраженное ингибирующее воздействие на молочнокислые микроорганизмы, используемые для ферментации. Добавление стрептомицина, пенициллина, тетрациклина и хлорамфеникола в молоко привело к нарушению процесса формирования йогуртного сгустка, а также к изменению консистенции и органолептических свойств готового продукта.

Наиболее выраженное отрицательное влияние было зафиксировано при использовании пенициллина — проба не подверглась коагуляции, и сгусток не образовался вовсе. Пробы с тетрациклином и хлорамфениколом дали незначительный сгусток, однако консистенция оставалась жидкой, не соответствующей ГОСТу 31981–2013. Только проба со стрептомицином продемонстрировала частичную ферментацию с образованием сгустка, близкого к стандартному по виду, но с пониженной плотностью и слабо выраженным вкусом.

Полученные данные согласуются с литературными источниками, в которых подчёркивается, что антибиотики, оставаясь в молоке даже в малых концентрациях, могут существенно подавлять активность лактобацилл и стрептококков, ответственных за формирование йогуртной структуры. Особенно чувствительными к остаточным антибиотикам являются *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*, что и наблюдалось в эксперименте.

Как указано в литературе, остаточные количества антибиотиков представляют собой не только угрозу для здоровья человека, вызывая аллергические реакции и дисбактериозы, но и негативно влияют на процессы молочнокислого брожения. Это объясняется тем, что антимикробные препараты, обладая бактерицидным и бактериостатическим действием, угнетают не только патогенную, но и технологически полезную микрофлору.

Особую важность приобретает мониторинг остаточных количеств антибиотиков в сырье, предусмотренный ТР ТС 033/2013. Своевременное выявление превышения предельно допустимых норм, особенно для таких групп, как левомицетины, тетрациклины,  $\beta$ -лактамы и аминогликозиды, позволяет предотвращать как ухудшение качества продукции, так и возможные риски для здоровья потребителей.

Следует отметить, что степень ингибирования микрофлоры различалась в зависимости от класса антибиотика. Наименьшее влияние оказал стрептомицин, что может быть связано с меньшей чувствительностью заквасочных культур к аминогликозидам по сравнению с  $\beta$ -лактамами и тетрациклинами.

Таким образом, полученные экспериментальные данные подтверждают необходимость строгого контроля за содержанием остаточных антибиотиков в молоке, предназначенном для ферментированной переработки. В случае их присутствия даже в малых количествах существенно повышается риск получения несоответствующего требованиям ГОСТ продукта.

В дальнейшем перспективным направлением исследований может стать количественный анализ подавления роста отдельных штаммов микроорганизмов при различных концентрациях антибиотиков, а также изучение механизмов устойчивости и адаптации заквасок к антимикробным веществам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе была достигнута поставленная цель — исследование влияния остаточных количеств антибиотиков на процессы ферментации в производстве кисломолочных продуктов на примере йогурта.

В процессе работы были решены все поставленные задачи:

1. Осуществлен систематический анализ научных публикаций и нормативных документов, позволивший классифицировать антибактериальные препараты, наиболее распространённые в молоке и в его продуктах ферментации, изучить их физико-химические и биологические свойства, оценить степень воздействия на метаболическую активность заквасочных культур.

2. Проведен сравнительный анализ современных методов детекции антимикробных веществ и изучен метод определения антибиотиков с помощью экспресс тест-системы Garant 4 Ultra Milk.

Проведённый анализ показал наличие следовых количеств  $\beta$ -лактамных антибиотиков в сыром молоке (0,0006 мг/кг) и хлорамфеникола в пастеризованном молоке (0,000204 мг/кг), что существенно ниже предельно допустимых уровней, установленных ТР ТС 033/2013. Такие концентрации считаются технологически незначимыми и не оказывают влияния на процессы ферментации, что подтверждает соответствие исследуемого сырья требованиям безопасности.

3. Экспериментально изучено влияние четырёх различных антибиотиков (стрептомицина, пенициллина, тетрациклина и хлорамфеникола) на процессы ферментации и качество полученного йогурта.

Проведенные экспериментальные исследования выявили существенные различия во влиянии различных классов антимикробных препаратов на технологические характеристики йогурта. Контрольный образец продемонстрировал оптимальные параметры ферментации: сформировался плотный однородный сгусток с конечным значением pH 4.52.

Среди изучаемых антибиотиков (стрептомицин, пенициллин, тетрациклин, хлорамфеникол) наименьшее ингибирующее действие проявил стрептомицин. Хотя в этом варианте наблюдалось образование сгустка, его структурные характеристики были снижены, что указывает на частичное подавление молочнокислых культур.

Наибольшее технологическое воздействие отмечено для пенициллина, полностью блокировавшего процесс сквашивания - продукт сохранял жидкую консистенцию с pH >6.0. Аналогичное, хотя и менее выраженное ингибирование зафиксировано для тетрациклина и хлорамфеникола, где наблюдалось лишь слабое образование сгустка с существенным отклонением органолептических показателей от требований ГОСТ.

4. Проведён анализ и обсуждение полученных результатов, выявлены закономерности и сделаны обоснованные выводы.

Результаты эксперимента показали, что остаточные количества антибиотиков в молоке могут значительно нарушать процессы ферментации:

изменяется консистенция, вкус, плотность и способность к образованию сгустка. Особенно выраженное ингибирующее действие наблюдалось при добавлении пенициллина, тетрациклина и хлорамфеникола. Только проба со стрептомицином частично сохранила свойства, близкие к йогурту. Это подтверждает высокую чувствительность заквасочных культур к антибактериальным веществам и подчёркивает важность строгого контроля качества молочного сырья на стадии производства.

Полученные данные могут быть использованы в целях оптимизации технологических процессов в молочной промышленности, а также служить основой для дальнейших исследований, целью которых является изучение резистентности бактериальных культур к следовым концентрациям антибиотиков и создание заквасочных композиций с повышенной устойчивостью.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чаплыгина О. С. и др. Оценка биологической безопасности молочных продуктов, содержащих антибиотики //Техника и технология пищевых производств. – 2023. – Т. 53. – №. 1. – С. 192-201.
2. Mangsi A. S. et al. 16. Improvement in fermentation process and curd quality of yoghurt made from antimicrobial drug added milk //Pure and Applied Biology (PAB). – 2021. – Т. 10. – №. 3. – С. 738-743.
3. Рыщанова Р. М., Коканов С. К., Паламарчук В. В. Мониторинг степени загрязнения молока остаточными количествами антибиотиков производителей Костанайской области //Сельскохозяйственные технологии. – 2019. – Т. 1. – №. 1. – С. 33-41.
4. Кляшторная А. А., Ван Е. Ю., Ясногор Д. В. Методы определения остаточного содержания антибиотиков в молочной продукции //Проблемы комплексного освоения полезных ископаемых. – 2019. – С. 66-71.
5. Козлов, А.В. Значение микроорганизмов в поддержании устойчивости почв к воздействию антропогенных факторов / А.В. Козлов, О.В. Селицкая // Вестник Мининского университета. - 2015. - № 3 (11). - С. 27.
6. Глобальный план действий по борьбе с устойчивостью к противомикробным препаратам, ВОЗ, 2016.
7. Зайко Е. В. и др. Моделирование влияния антибиотиков на развитие микроорганизмов стартовых культур //Все о мясе. – 2021. – №. 1. – С. 42-47.
8. Олесюк А. П. Влияние антибиотиков на физико-химические и технологические свойства заквасок *streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus*, *lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* //Материалы международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения ВП Горячкина. – 2018. – С. 54-58.
9. Селицкая О. В. и др. Воздействие антибиотиков на развитие микроорганизмов молока //Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2020. – №. 1. – С. 105-121.
10. Hassan H. F. et al. Tracking of enrofloxacin antibiotic in the making of common middle eastern cheeses //Applied Food Research. – 2021. – Т. 1. – №. 1. – С. 100004.
11. Treiber F. M., Beranek-Knauer H. Antimicrobial residues in food from animal origin—A review of the literature focusing on products collected in stores and markets worldwide //Antibiotics. – 2021. – Т. 10. – №. 5. – С. 534.
12. Tilocca B. et al. Milk microbiota: Characterization methods and role in cheese production //Journal of Proteomics. – 2020. – Т. 210. – С. 103534.
13. Fedorova M. A. Current trends in milk and dairy products production and consumption in Russia and foreign countries under lockdown conditions //Socio-economic and humanitarian journal. – 2022. – №. 2. – С. 3-19.
14. Quintanilla P. et al. Food safety margin assessment of antibiotics: Pasteurized goat's milk and fresh cheese //Journal of Food Protection. – 2019. – Т. 82. – №. 9. – С. 1553-1559.

15. Pazzola M. et al. Effect of goat milk composition on cheesemaking traits and daily cheese production //Journal of dairy science. – 2019. – Т. 102. – №. 5. – С. 3947-3955.
16. Барабанщиков Н. В., Кугенев П. В. Практикум по молочному делу //М.-1998.-224с. – 1978.
17. Джасим Г. М. Молоко и молочные продукты //Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №. 6-2 (37). – С. 22-25.
18. ГОСТ 31449-2013 Молоко коровье сырое. Технические условия, Москва Стандартинформ, 2018.
19. ГОСТ 31981-2013 Йогурты. Общие технические условия, Москва Стандартинформ, 2014
20. ГОСТ 31502-2012 Молоко и молочные продукты, Москва Стандартинформ, 2013
21. Черемных Е. Г., Розанцев Э. Г. Биотестирование, или биологическая оценка безопасности в настоящем и будущем //Экология и промышленность России. – 2003. – №. 10. – С. 44-46.
22. Бельтюкова С. В., Ливенцова Е. О. Методы определения антибиотиков в пищевых продуктах (Обзор) //Методы и объекты химического анализа. – 2013. – №. 8, № 1. – С. 4-13.
23. Халдеева Е. В. и др. Определение гентамицина с помощью амперометрического иммуноферментативного сенсора //Журн. аналит. хим. – 2002. – Т. 57. – №. 12. – С. 1284-1289.
24. Knecht B. G. et al. Automated microarray system for the simultaneous detection of antibiotics in milk //Analytical Chemistry. – 2004. – Т. 76. – №. 3. – С. 646-654.
25. Nagel O., Molina P., Althaus R. Microbial system for identification of antibiotic residues in milk //Journal of Food and Drug Analysis. – 2011. – Т. 19. – №. 3. – С. 6.
26. Yazgan Karacaglar N. N. et al. Development of a green fluorescence protein (GFP)-based bioassay for detection of antibiotics and its application in milk //Journal of Food Science. – 2020. – Т. 85. – №. 2. – С. 500-509.
27. Davis F., Higson S. P. J. Label-free immunochemistry approach to detect and identify antibiotics in milk //Pediatric Research. – 2010. – Т. 67. – №. 5. – С. 476-480.
28. Aliev T. A. et al. Electrochemical sensor to detect antibiotics in milk based on machine learning algorithms //ACS Applied Materials & Interfaces. – 2023. – Т. 15. – №. 44. – С. 52010-52020.
29. Taranova N. A. et al. ‘Traffic light’immunochromatographic test based on multicolor quantum dots for the simultaneous detection of several antibiotics in milk //Biosensors and Bioelectronics. – 2015. – Т. 63. – С. 255-261.
30. Jangulova A. N., Akanova Z. Z., Bulashev A. K. Using of immunochromatographic analysis to determine antibiotics in milk //HERALD OF SCIENCE OF S SEIFULLIN KAZAKH AGRO TECHNICAL RESEARCH UNIVERSITY: Veterinary sciences. – 2024. – №. 2 (006). – С. 36-44.

31. de Faria L. V. et al. Electrochemical methods for the determination of antibiotic residues in milk: A critical review //Analytica chimica acta. – 2021. – Т. 1173. – С. 338569.
32. Singh B. et al. Electrochemical biosensors for the detection of antibiotics in milk: recent trends and future perspectives //Biosensors. – 2023. – Т. 13. – №. 9. – С. 867.
33. Zacco E. et al. Electrochemical magneto immunosensing of antibiotic residues in milk //Biosensors and Bioelectronics. – 2007. – Т. 22. – №. 9-10. – С. 2184-2191.
34. ТР-ТС-0332013 Технический регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции", Технический регламент Таможенного союза от 09.10.2013 № 033/2013

## РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу студентки 4 курса Базарбай Айи Канатқызы на тему  
«Влияние остатков антибиотиков в молоке на процессы ферментации в  
производстве кисломолочных продуктов» по образовательной программе «6B05101  
– Химическая и биохимическая инженерия»

Предметом данной дипломной работы является актуальная проблема современной пищевой промышленности: влияние остаточных антибиотиков в молочном сырье на технологические процессы ферментации. В контексте широкого применения антибиотикотерапии у животных и ужесточения стандартов безопасности пищевых продуктов, данная тема приобретает особую важность.

Автор провел тщательный теоретический анализ, опираясь на современные научные источники, нормативные документы и практические данные. В работе подробно изложены механизмы воздействия антибиотиков на жизнедеятельность молочнокислых бактерий, а также описаны последствия их остаточного содержания в сырье на качество и безопасность готовой продукции.

Экспериментальная часть содержит результаты моделирования процесса ферментации с использованием различных видов остаточных антибиотиков. Представлены сравнительные данные по скорости кислотонакопления, изменению органолептических и физико-химических показателей, а также активности заквасок. Работа выполнена на высоком научно-методическом уровне, с применением современных лабораторных методик (включая экспресс-анализ остаточных антибиотиков, рН-метрию, титрование, микробиологический контроль).

Структура и оформление работы соответствуют всем требованиям: четко определена цель и задачи, разделы изложены логично и последовательно. Присутствуют грамотно оформленные таблицы, рисунки и графики.

Работа отличается актуальностью темы, высокой научной и практической значимостью, чёткой постановкой задач, обоснованностью методик и системным анализом результатов.

Как рекомендация считаю, что для усиления практической направленности работы, целесообразно было бы включить в неё рекомендации по предотвращению остаточных количеств антибиотиков в сырье на производстве.

### Заключение:

Дипломная работа Базарбай Айи Канатқызы соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам бакалавра, и заслуживает оценки 95 «отлично». Автор достойна присвоения академической степени бакалавра по образовательной программе 6B05101 – Химическая и биохимическая инженерия.

Рецензент:

Кандидат сельскохозяйственных наук,  
Ассоц. профессор НАО «КазНАИУ»

Мырзабек К.А.



## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу студентки 4 курса Базарбай Айи Канаткызы на тему «Влияние остатков антибиотиков в молоке на процессы ферментации в производстве кисломолочных продуктов» по образовательной программе «6B05101 – Химическая и биохимическая инженерия»

В ходе работы над дипломным проектом Базарбай Айи Канаткызы проявила себя как ответственный, трудолюбивый и мотивированный студент. Она продемонстрировала хорошие теоретические знания, умение работать с научной и нормативной литературой, а также навыки планирования и проведения экспериментов.

Дипломная работа имеет прикладной характер и является актуальной для обеспечения безопасности пищевой продукции. Полученные результаты могут быть полезны специалистам молочной промышленности, занимающимся контролем качества и технологическими процессами.

Базарбай Айя грамотно применила современные аналитические методы для оценки остаточных количеств антибиотиков и их влияния на ферментационные процессы. Все этапы работы были выполнены в установленные сроки и в полном объеме. Отдельного внимания заслуживает инициатива и самостоятельность Айи Канаткызы в решении поставленных задач.

Как научный руководитель считаю дипломную работу выполненной на хорошем уровне и рекомендую Базарбай Айи Канаткызы к защите с оценкой «отлично».

Научный руководитель:  
К.б.н., ассоц. профессор



Сулайменова Ж.М.



## Отчет подобия

### Метаданные

Название организации

**Satbayev University**

Название

**Влияние остатков антибиотиков в молоке на процессы ферментации в производстве кисломолочных продуктов**

Автор Научный руководитель / Эксперт

**Базарбай АйяЖулдуз Сулейменова**

Подразделение

**ИГиНГД**

### Объем найденных подобий

КП-ия определяют, какой процент текста по отношению к общему объему текста был найден в различных источниках.. Обратите внимание! Высокие значения коэффициентов не означают плагиат. Отчет должен быть проанализирован экспертом.



КП1



КП2



КЦ

**25**

Длина фразы для коэффициента подобия 2

**6773**

Количество слов

**57200**

Количество символов

### Тревога

В этом разделе вы найдете информацию, касающуюся текстовых искажений. Эти искажения в тексте могут говорить о ВОЗМОЖНЫХ манипуляциях в тексте. Искажения в тексте могут носить преднамеренный характер, но чаще, характер технических ошибок при конвертации документа и его сохранении, поэтому мы рекомендуем вам подходить к анализу этого модуля со всей долей ответственности. В случае возникновения вопросов, просим обращаться в нашу службу поддержки.

Замена букв		0
Интервалы		0
Микропробелы		5
Белые знаки		0
Парафразы (SmartMarks)		1

### Подобия по списку источников

Ниже представлен список источников. В этом списке представлены источники из различных баз данных. Цвет текста означает в каком источнике он был найден. Эти источники и значения Коэффициента Подобия не отражают прямого плагиата. Необходимо открыть каждый источник и проанализировать содержание и правильность оформления источника.

### 10 самых длинных фраз

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	ЦВЕТ ТЕКСТА	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	<a href="https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017">https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017</a>	11 0.16 %	
2	<a href="https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017">https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017</a>	11 0.16 %	

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ И АДРЕС ИСТОЧНИКА URL (НАЗВАНИЕ БАЗЫ)	ЦВЕТ ТЕКСТА	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	<a href="https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017">https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017</a>	11 0.16 %	
2	<a href="https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017">https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017</a>	11 0.16 %	

3	Диссертация МЫРКАЛЫКОВ БАУРЖАН СЕЙТЖАНОВИЧ-конвертирован.docx 4/11/2019 Kazakh National Agrarian University (НАО "Казахский национальный аграрный исследовательский университет")	11 0.16 %
4	Диссертация МЫРКАЛЫКОВ БАУРЖАН СЕЙТЖАНОВИЧ-конвертирован.docx 4/11/2019 Kazakh National Agrarian University (НАО "Казахский национальный аграрный исследовательский университет")	9 0.13 %
5	Исследование микроорганизмов в качестве биологически активных добавок на основе верблюжьего молока 6/7/2024 Satbayev University (ИГиНГД)	9 0.13 %
6	Исследование микроорганизмов в качестве биологически активных добавок на основе верблюжьего молока 6/7/2024 Satbayev University (ИГиНГД)	8 0.12 %
7	Исследование микроорганизмов в качестве биологически активных добавок на основе верблюжьего молока 6/7/2024 Satbayev University (ИГиНГД)	5 0.07 %

#### из базы данных RefBooks (0.00 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)

#### из домашней базы данных (0.32 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	Исследование микроорганизмов в качестве биологически активных добавок на основе верблюжьего молока 6/7/2024 Satbayev University (ИГиНГД)	22 (3) 0.32 %

#### из программы обмена базами данных (0.30 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	НАЗВАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	Диссертация МЫРКАЛЫКОВ БАУРЖАН СЕЙТЖАНОВИЧ-конвертирован.docx 4/11/2019 Kazakh National Agrarian University (НАО "Казахский национальный аграрный исследовательский университет")	20 (2) 0.30 %

#### из интернета (0.32 %)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	ИСТОЧНИК URL	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)
1	<a href="https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017">https://standartgost.ru/g/%D0%A1%D0%A2%D0%91_970-2017</a>	22 (2) 0.32 %

#### Список принятых фрагментов (нет принятых фрагментов)

ПОРЯДКОВЫЙ НОМЕР	СОДЕРЖАНИЕ	КОЛИЧЕСТВО ИДЕНТИЧНЫХ СЛОВ (ФРАГМЕНТОВ)

