



## БАКТЕРИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА ОСЛИНОГО МОЛОКА

<sup>1</sup>Н.К. ТУРГАНБАЕВА\* , <sup>2</sup>М.М. МУСУЛЬМАНОВА 

<sup>1</sup>Кыргызско-Турецкий университет Манас, Кыргызская Республика, 720038, Бишкек, пр. Чынгыза Айтматова 56

<sup>2</sup>Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, Бишкек, пр. Чынгыза Айтматова 66)

Электронная почта автора корреспондента: nadira.turbanbaeva@manas.edu.kg

*В данной работе предоставлен обзор литературных данных, сосредоточенных на аспектах сохранения бактерицидных свойств основных компонентов ослиного молока, таких как лизоцим и лактоферрин, обладающих антибактериальной функцией, задерживающих развитие ряда патогенных и условно-патогенных микробов, что является важным фактором при хранении и производстве молочных продуктов. В обзор включены статьи, опубликованные на английском и русском языках за период 2002-2022 гг. Для поиска были использованы базы данных Scopus, Web of Science, Elsevier, ResearchGate и Elibrary. Обзор литературы показал, что большая часть доступной информации направлена на использование нетермических и низкотемпературных способов обработки ослиного молока с сохранением биологически активных компонентов нативного молока. Компоненты ослиного молока могут быть использованы в качестве ингибитора позднего вспучивания полутвердых и твердых сыров из овечьего молока, вызванного бактериями Clostridium и кишечной палочкой. Наиболее благоприятные температурные режимы, при которых сохраняются основные показатели ослиного молока, составляют: 10 дней при температуре 3 °С и 3-4 дня при температуре 7 °С. Комбинированный метод применения НРР (High Pressure Processing) с пастеризацией продлевает срок хранения молока до 30 дней при температуре 4 °С. Приведенные данные необходимо учитывать как при выборе технологии производства молочных продуктов из ослиного молока или в комбинации с ним, так и при проведении научно-исследовательских работ с ослиным молоком.*

**Ключевые слова:** ослиное молоко, бактерицидные свойства, лизоцим, температура хранения.

## ЕСЕК СҮТІНІҢ БАКТЕРИЦИДТІК ҚАСИЕТТЕРІ

<sup>1</sup>Н. Қ. ТҮРҒАНБАЕВА\*, <sup>2</sup>М. М. МҮСҮЛМАНОВА

<sup>1</sup>Кыргыз-Түрік Манас университеті, Кыргыз Республикасы, 720038, Бішкек, Шыңғыс Айтматов даңғылы, 56

<sup>2</sup>И. Раззакова ат. Қыргыз мемлекеттік техникалық университеті, Қыргыз Республикасы, 720044, Бішкек, Шыңғыс Айтматов даңғылы, 66)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: nadira.turbanbaeva@manas.edu.kg\*

*Бұл жұмыс сүт өнімдерін сақтау мен өндіруде маңызды фактор болып табылатын бірқатар патогендік және оппортунистік микробтардың дамуын кешіктіретін Бактерияға қарсы функциясы бар лизоцим және лактоферрин сияқты есек сүтінің негізгі компоненттерінің бактерицидтік қасиеттерін сақтау аспектілеріне бағытталған әдеби деректерге шолу жасайды. Шолу 2002-2022 жылдар аралығында ағылшын және орыс тілдерінде жарияланған мақалаларды қамтиды. Іздеу үшін Scopus, Web of Science, Elsevier, ResearchGate және Elibrary дерекқорлары пайдаланылды. Әдебиеттерге шолу көрсеткендей, қол жетімді ақпараттың көп бөлігі жергілікті сүттің биологиялық белсенді компоненттерін сақтай отырып, есек сүтін өңдеудің термиялық емес және төмен температуралы әдістерін қолдануға бағытталған. Есек сүтінің компоненттерін Clostridium бактериялары мен E. coli қоздыратын жартылай қатты және қатты қой сүті ірімшіктерінің кеш ісінуінің ингибиторы ретінде пайдалануға болады. Есек сүтінің негізгі көрсеткіштері сақталатын ең қолайлы температуралық режимдер: 3°C температурада 10 күн және 7 °C температурада 3-4 күн. Пастерлеу бірге НРР (High Pressure Processing) қолданудың аралас әдісі сүттің жарамдылық мерзімін 4°C температурада 30 күнге дейін ұзартады. Есек сүтінен сүт өнімдерін өндіру технологиясын таңдау немесе онымен бірге, сондай-ақ есек сүтімен ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде.*

**Негізгі сөздер:** есек сүті, бактерицидтік қасиеттері, лизоцим, сақтау температурасы.

## BACTERICIDAL PROPERTIES OF DONKEY MILK.

<sup>1</sup>N.K. TURGANBAEVA\*, <sup>2</sup>M.M. MUSULMANOVA

<sup>1</sup>Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyz Republic, 720038, Bishkek, Chyngyz Aitmatov av., 56

<sup>2</sup>Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Chyngyz Aitmatov av., 66)

Corresponding author e-mail: nadira.turbanbaeva@manas.edu.kg\*

*This paper provides a literature review focusing on the aspects of the preservation of the bactericidal properties of the main components of donkey milk, such as lysozyme and lactoferrin, which have an antibacterial function, inhibiting the development of a number of pathogenic and opportunistic microbes, which is an important factor in storage and production of dairy products. The review includes articles published in English and Russian from 2002 to 2022. The databases Scopus, Web of Science, Elsevier, ResearchGate and Elibrary were used for the search. A review of the literature showed that most of the available information is focused on the use of non-thermal and low-temperature milk processing methods while preserving the biologically active components of native milk. Components of donkey milk can be used as an inhibitor of late bloating of semi-hard and hard cheeses from sheep milk caused by Clostridium and E. coli bacteria. The most favorable temperature regimes, at which the main characteristics of donkey milk are preserved, are: 10 days at 3°C and 3-4 days at 7°C. The combined use of HPP (High Pressure Processing) with pasteurisation extends the shelf life of the milk up to 30 days at 4 °C. The given data must be taken into account both when selecting the technology for the production of dairy products from donkey milk or in combination with it and when carrying out research work with donkey milk.*

**Keywords: donkey milk, bactericidal properties, lysozyme, storage temperature.**

### **Введение**

Ослиное молоко - это нетрадиционный вид молока, который в последние годы вызывает все больший интерес и глубоко изучается учеными мира. По данным ряда исследователей Италии (Чиавари (Chiavari), Полидори (Polidori), Мансуето (Mansueto), Ланелла (Lannella), Коппола (Coppola) и др.), Франции (Сарис (Šarić)), Польши (Заловски (Zelazowski)), Китая (Мао (Mao), Гуо (Guo)) и многих других ученых, ослиное молоко обладает целебными свойствами, благодаря содержанию биологически активных веществ с функциональными свойствами. Особый интерес среди ученых вызывают защитные функции молока, его устойчивость к различным инфекциям, патогенным микробам. Как известно, ослиное молоко, также как и грудное и кобылье молоко, входит в группу альбуминового молока. Количество казеина в альбуминовом молоке составляет 35-45% [1], тогда как коровье молоко является казеиновым с содержанием казеина более 75%. Характерной особенностью альбуминового молока в сравнении с казеиновым, является высокая биологическая и пищевая ценность, обусловленная лучшей сбалансированностью аминокислот,

высоким содержанием сахара и способностью при скисании образовывать мелкие, нежные хлопья. Данная особенность важна для детей с непереносимостью (аллергией) организма некоторых компонентов коровьего молока, поэтому альбуминовое молоко по своим свойствам в наибольшей степени приближено к женскому и является наилучшим его заменителем [2-10].

### **Материалы и методы исследований**

В обзор были включены статьи, опубликованные на английском и русском языках. Поиск был ограничен периодом времени с 2002-2022 г. Для поиска были использованы базы данных Scopus, Web of Science, Elsevier, ResearchGate и Elibrary.

### **Результаты и их обсуждение**

Глубокое исследование протеомики ослиного молока провели итальянские ученые Салимей и др. (Salimei and etc.), которые отмечают, что в ослином молоке содержатся три основные формы сывороточных белков –  $\alpha$ -лактальбумин,  $\beta$ -лактоглобулин и лизоцим (таб.1.), доля сывороточных белков в ослином и кобыльем молоке составляет 36,96 % и 38,79 % соответственно [11].

Таблица 1 - Белковый состав различных видов молока

Компоненты	Кобылье молоко	Ослиное молоко	Женское молоко	Коровье молоко
Казеин, мг/100г	172	120	75	407
Фракции, %				
$\alpha_{s1}$ -казеин	17,9	Идентифицирован	32	41
$\alpha_{s2}$ -казеин	1,4	Идентифицирован	Не обнаружен	10,8
$\beta$ -казеин	78,5	Идентифицирован	85	33
к-казеин	1,8	Идентифицирован	Менее 15	12
Сывороточные белки, мг/100г	130	107	97	99
Сывороточные белки, %	38,79	36,96	53,52	17,54
Компоненты сывороточных белков, %				
$\alpha$ -Лактальбумин	28,5	22,6	40,3	19,0
$\beta$ - Лактоглобулин	30,7	29,8	-	50,8
Сывороточный альбумин	4,4	6,2	7,7	6,3
Лизоцим	10,5	21,0	5,5	следы
Иммуноглобулин	19,6	11,5	15,5	12,7
Лактоферрин	7,0	4,48	26,6	1,6

Как видно из табл. 1, процентное содержание лизоцима в сывороточном белке ослиного молока составляет 21,0 %, что вдвое превышает его содержание в кобыльем молоке. Исследования итальянских ученых Полидори (Paolo Polidori) и др. подтверждают высокое содержание лизоцима в ослином молоке (1,0 мг/мл), низкое содержание его в женском, и следы в коровьем и козьем молоке [12]. Высокое содержание лизоцима в ослином молоке в сравнении с другими видами молока, также указано в работе Реда Дердак и др. (R. Derdak) [13], содержание лизоцима составляет 1 г/л в ослином молоке, 0,00007 г/л в коровьем и 0,04-0,02 г/л в женском молоке. Лизоцим задерживает развитие ряда патогенных и условно-патогенных микроорганизмов: стафилококков, маститного стрептококка, гемолитического стрептококка, кишечных палочек, сальмонелл, палочек рода протеус, палочек сибирской язвы [14-18]. Отсутствие лизоцима в свежесыроном молоке или снижение его активности свидетельствует о заболевании молочной железы, а снижение титра лизоцима в процессе хранения молока — о развитии микробов в нем. При значительном бактериальном обсеменении молока довольно быстро утрачивается антибактериальное действие лизоцима, так как он взаимодействует с микроорганизмами. Отсутствие лизоцима делает молоко биологически неполноценным [19-23].

По данным Салимей содержание лактоферрина - одного из важных белков молока, обладающего бактерицидной, антивирусной, бактериостатической, антиадгезивной функцией, в ослином молоке меньше чем, в грудном и

кобыльем молоке, но больше чем, в коровьем, почти в 3 раза [11].

Бактерицидные свойства и микробиологическое качество сырого ослиного молока оценивались в исследовании Элеоноры Сарно [24]. Ученым показано, что при хранении молока ниже 3 °С оно сохраняет свои основные показатели и может быть использовано как иммуномодулирующий продукт для людей пожилого возраста, а также как гипоаллергенный продукт для детей с аллергией на казеин коровьего молока.

Однако, согласно Техническому регламенту «О безопасности молока и продуктов его переработки» для инактивации патогенных микроорганизмов и увеличения длительности хранения молока, сырье необходимо подвергнуть термической обработке. С другой стороны, высокие температурные режимы снижают биоактивность молока. Следовательно, нетермическая обработка молока с сохранением питательной ценности и обеспечивающая микробиологическую безопасность сырья имеет большой интерес. Результаты, полученные в ходе возможности использования ультрафиолетового освещения (УФ-С) сырого ослиного молока для инактивации и снижения количества патогенов, с сохранением биоактивных компонентов молока, безопасного для потребления особой группы населения (младенцы, пожилые люди, люди с ослабленным иммунитетом), учеными Ф. Пападемас (Ph. Papademas) и др. доказывают, что при УФ-С имеет потенциал для использования в качестве нетермической обработки ослиного молока. В ходе исследования

выявлено, что УФ-С уже в диапазоне 200-600 Дж/л инактивируются искусственно инокулированные в сырое молоко бактерии *S. Aureus*, *B. Cereus*, *Cronobacter sakazakii*, *E. Coli*, *Salmonella enteritidis*, для уничтожения *L. Inossua* понадобились более высокие диапазоны, до 1100 Дж/л [25].

Соррентино (*Sorrentino*) и другими итальянскими учеными исследовано влияние термической обработки на микробиологические показатели ослиного молока [26]. Образцы исследуемого молока подвергли воздействию различной температуры и времени выдержки. Для эксперимента свежесвыдоенное молоко поместили в холодильный аппарат при температуре +4 °С. Затем молоко разделили на 5 образцов, которые подвергли тепловой обработке при следующих режимах: 1-й образец - температура 63 °С, выдержка 30 мин; 2-й образец - 66 °С/10 мин; 3-й образец - 70 °С/1 мин и 4-й образец - 90 °С/1 мин. Затем молоко быстро охладили до 37 °С. Результаты микробиологического анализа показали, что в молоке, прошедшем температурную обработку, микроорганизмы не обнаружены. Далее ученые искусственно инокулировали образцы сырого молока различными микроорганизмами: мезофильными бактериями (30°С, 72 ч); молочнокислыми бактериями (30°С, 48 ч); микроскопическими грибами (плесени, дрожжи) в глюкозной среде (30°С, 48 ч); фекальными и кишечными бактериями (37°С, 24 ч); энтеробактериями (37°С, 48 ч); бициллами (30°С, 18 ч). Микробиологическое исследование ослиного молока с температурой 4°С в нулевом показателе времени показывает относительно низкое общее количество микроорганизмов, психротрофной микрофлоры, энтеробактерий и кишечной микрофлоры. Молочнокислые бактерии в первые дни хранения показали большой прирост с последующей стабилизацией размножения. Низкое общее количество микроорганизмов в искусственно обсеменённом молоке ученые связывают с высоким содержанием лизоцима в составе ослиного молока [26].

Группой ученых под руководством Гиаккетти (*Giacometti*) оценивалось влияние различных режимов обработки на микробиологические показатели ослиного молока [27]. Были испытаны 3 режима: пастеризация при температуре 65 °С в течение 30 мин., обработка под высоким давлением (НРР) и комбинация пастеризации и НРР. Молоко, обработанное НРР, не дало положительных результатов, а пастеризация молока с обработкой НРР была

наиболее эффективным методом поддержания качества. Срок хранения такого молока - до 30 дней при температуре хранения 4°С [27]. Таким образом, сочетание пастеризации и НРР можно использовать для обработки данного вида молока с сохранением ценных биологически активных компонентов.

Применение нестандартных термообработок и его влияние на лизоцимную активность ослиного молока были исследованы группой ученых под руководством Чарфи (*Charfi*) [28]. Ученые отмечают, что температурные режимы в пределах 68°С - 2,5 мин, 75°С - 10 мин и 100°С - 5 мин влияет на снижение активности лизоцима на 12%, 32% и 72% соответственно. Подобный результат получил турецкий ученый Озтуркоглу (*Özturkoğlu*) [29], который отмечает, что обработка ослиного молока ниже 85°С сохраняет активность лизоцима, но при более высоких температурах выше 85°С происходит денатурация фермента, а лактоферрин молока менее устойчив к высоким температурам и его стабильность снижалась уже при 65°С.

Влияние ультравысокой гомогенизации (*Ultra-High Pressure Homogenization -UHPH*) и пастеризации на качество и сроки хранения ослиного молока изучили испанские ученые [30]. Молоко подвергли гомогенизации при давлении 100 МПа, 200 МПа и 300 МПа и пастеризации: 70°С – 1 мин, 85°С - 1 мин. В течение 28 дней при температуре 4°С ученые изучали изменение общего состава, рН, активность лизоцима и микробиологический состав молока. Они отмечают, что рН молока, обработанного при высоком давлении гомогенизации (200 и 300 МПа), сохраняется на протяжении всего срока хранения, в отличие от молока, обработанного при давлении 100 МПа. Активность лизоцима была высокой при высоких значениях давления гомогенизации и небольшие изменения ее активности имели место при пастеризации. С точки зрения микробиологического качества УНРН является лучшим методом в сравнении с пастеризацией. Однако, высокие значения давления гомогенизации вызвали седиментацию сырья [30]. Эти данные могут послужить основой для продолжения изучения влияния гомогенизации и пастеризации на ослиное молоко.

Антибактериальную активность лизоцима по отношению к бактериям, вызывающим пороки сыра, изучили итальянские ученые Косентино и др. (*Cosentino and etc.*) [31]. Как известно, в традиционной технологии пригото-

ления сыра для предотвращения пороков консистенции твердых и полутвердых сыров на производстве применяют бактериоцины, антибактериальные вещества белковой природы, вырабатываемые бактериями и подавляющие жизнедеятельность других штаммов того же вида [32]. В качестве ингибитора позднего вспучивания полутвердых и твердых сыров, вызванного бактериями *Clostridium* и бактериями кишечной палочки, предложено использование ослиного молока при производстве сыра из овечьего молока. Для исследования одновременно собраны образцы двух видов молока

механическим способом, охлаждены до 4 °С и помещены в 2 емкости. В первой емкости находилось овечье молоко (контрольный образец), во второй емкости находилась смесь ослиного молока с овечьим молоком - добавили ослиное молоко (экспериментальный образец). В образцах молока были обнаружены соматические клетки, *Clostridium butyricum*, *Coliforms* и *Escherichia coli*. Из двух емкостей были приготовлены 4 головки сыра по 2 кг каждая. По истечении 60 дней созревания проведен микробиологический анализ, результаты которого указаны в табл. 2 [31].

Таблица 2 - Изменение качественных параметров овечьего сыра

Параметры	Контрольный	Экспериментальный	Значение
Сухие вещества, %	59,52±0,43	60,26±0,31	
Белки, %	25,63±0,2	25,19±0,14	
Жиры, %	26,42±0,31	26,98±0,22	
pH при 25 °С	5,68±0,03	5,60±0,02	
Лизоцим, мг/кг	1,97±0,19	2,57±0,13	*
<i>Clostridium butyricum</i> , КОЕ/г	1.65±0.20	1.56±0.14	
<i>Coliforms</i> , КОЕ/г	4.53±0.07	4.24±0.05	**

Примечание: \* - P <0,05; \*\* - P <0,01

Из приведенной таблицы видно, что основные качественные показатели двух видов сыра относительно одинаковые, однако, общее содержание лизоцима в экспериментальном образце выше, чем в контрольном, на 0,6 мг/кг. Активность лизоцима в экспериментальном образце по отношению к кишечной флоре и *Clostridium butyricum* была более заметной. Данное исследование может быть положено в основу разработки инновационного метода устранения пороков твердого сыра [31].

Индийские ученые установили, что молочнокислые бактерии *Lactobacillus paracasei*, извлеченные из ослиного молока, можно использовать в качестве источника бактериоцина [33]. Они утверждают, что бактериоцин, извлеченный из *Lactobacillus paracasei*, может быть использован как потенциальный пробиотик или био-консервант.

Сравнительный анализ белковой фракции свежего, замороженного и сухого порошка из ослиного молока провели другие итальянские ученые [34]. С помощью RP-HPLC (обращенно-фазовая высокоэффективная жидкостная хроматография) и SDS-PAGE (Электрофорез белков в полиакриламидном геле) был проведен профильный анализ белков трех видов молока. Содержание лизоцима в свежем

(1 мг/мл) и замороженном молоке (1 мг/мл) не изменилось, лишь в сухом молоке его количество снизилось на 6 % (0,94 мг/мл) [34]. Снижение содержания казеина в замороженном и сухом ослином молоке, примерно на 52 % и 65 % соответственно, имеет важное значение для младенцев и детей старшего возраста с непереносимостью казеина. Эти данные могут послужить важным критерием в выборе метода хранения ослиного молока.

Эти же ученые провели более углубленное исследование влияния температуры на активность лизоцима. Активность лизоцима как в свежем, так и в замороженном молоке была одинаковой и составила 0,035 ед/мл. При этом показатели активности лизоцима в размороженном молоке не изменились, а в свежем молоке лизоцим полностью сохранял свою активность целый месяц при 4°С. Ученые отметили, что активность лизоцима увеличивалась, начиная с температуры 15 °С, и достигла максимального значения при температуре 35-40°С. При температуре 50°С активность снизилась до 80% и достигла 50% при температуре 70°С. В сухом молоке лизоцим показал 30%-ую остаточную активность в сравнении со свежим и замороженным молоком, что указывает на то, что процесс сушки заметно влия-

ет на активность фермента. Как отмечают ученые, эти результаты помогут в выборе метода разработки молочного продукта с сохранением ферментов молока [34].

Антимикробное действие ослиного молока относительно золотистого стафилококка изучили индийский ученые [35]. Они отмечают, что при микробиологическом анализе искусственно загрязненного молока, инкубированного при температуре 37°C в течение суток, не выявлено какого-либо роста *S. aureus*. На основании результатов, полученных в этом исследовании, ученые пришли к выводу, что ослиное молоко проявляет высокий антибак-

териальный эффект против *S. aureus* [35], который согласуется с результатами исследования Пападемас (*Papademas* [25]), Аскокумар (*Ashokkumar* [32]), Чандрашеккар (*Chandrashekar* [35]).

Для сохранения полезных свойств ослиного молока, как незаменимого источника биологически активных веществ, учеными из Италии были проведены исследования по увеличению срока годности сырого сырья [36]. Образцы молока хранили в течение 28 дней при температуре 3 - 7°C, регулярно определяя содержание мезофильных и психотрофных бактерий (табл.3).

Таблица 3 - Содержание психротрофных и мезофильных бактерий в исследуемом молоке при различных температурах (КОЕ / г)

Дни хранения	Образец А (+3 °С)		Образец В (+7 °С)	
	Мезофильные бактерии	Психротрофные бактерии	Мезофильные бактерии	Психротрофные бактерии
3	$1,7 \times 10^2$	$< 10$	$2 \times 10^2$	$< 10$
7	$1,6 \times 10^2$	$2 \times 10^2$	$1,24 \times 10^2$	$1,27 \times 10^2$
10	$2 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$
14	$1,5 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$	$3,3 \times 10^5$	$2 \times 10$
21	$> 3 \times 10^7$	$> 3 \times 10^7$	$> 3 \times 10^7$	$> 3 \times 10^7$
28	$1,3 \times 10^8$	$> 3 \times 10^{10}$	$> 3 \times 10^{10}$	$> 3 \times 10^{10}$

Из табл. 3 видно, что содержание бактерий в обоих образцах ослиного молока в первые дни практически одинаково, увеличение количества микроорганизмов начинается уже на 7-ой день хранения.

При проведении исследования ученые также отслеживали изменение активной кислотности в образцах молока. Результаты приведены на рис. 1

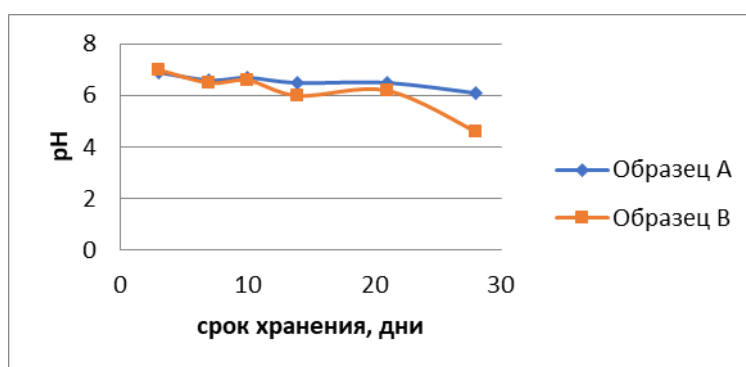


Рисунок 1 - Диаграмма изменения активной кислотности (рН) в исследуемых образцах

Как видно на рис.1, рН в обоих образцах с 3-го по 10 день показывает одинаковые результаты и составляет 6,9-7, что обусловлено буферностью молока, и только на 14-15 день в образце В, происходит снижение рН до 6, а затем резкое снижение кислотности до 4,6 на 28-ой день. Кислотность в образце А снижается равномерно

и на 28-ой день составляет 6,1. Ученые отметили, что оптимальной температурой и сроком хранения ослиного молока являются: 10 дней при +3°C и 3-4 дня при +7°C [36].

**Заключение**

Сывороточные белки, естественным образом присутствующие в молоке, обладают

способностью ингибировать широкий спектр бактерий. Антибактериальные свойства этих белков делают их пригодными для использования в различных областях. Высокое содержание лизоцима и лактоферрина в ослином молоке и их воздействие на патогенную микрофлору таких как *E. coli* и *L. monocytogenes*, важны для детей и пожилых людей со слабой иммунной системой. Молочнокислые бактерии *Lactobacillus paracasei*, извлеченные из ослиного молока, можно использовать в качестве источника бактериоцина, обладающего бактерицидными свойствами относительно *S. Aureus*, *B. Cereus*, *Cronobacter sakazakii*, *E. Coli*, *Salmonella enteritidis*. Применение щадящих температурных режимов 85 °С сохраняет активность лизоцима. Применение метода гомогенизации (УНРН) при давлении 200 и 300 Мпа, сохраняют активность лизоцима на протяжении 28 дней при температуре 4 °С и 10 дней при температуре 3 °С. Бактерицидные свойства ослиного молока могут вызвать особый интерес для производителей функциональных молочных продуктов, для которых важное значение имеют органолептические показатели и сроки годности производимого продукта. Приведенные данные могут быть использованы при выборе технологии производства продуктов из ослиного молока или в комбинации с ним.

Вклад авторов: Авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: The authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declared that there is no conflict of interest.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Marletta, D. Donkey milk proteins: Digestibility and nutritional significance [Text] / D. Marletta, T. Flavio, S. Bordonaro ; World's largest Science, Technology and Medicine Open Access Book Publisher. Intech. 2016. - Chapter 10. - 199-209 p.
2. Tesse, R. Adequacy and Tolerance to Ass's Milk in an Italian Cohort of Children with Cow's Milk Allergy [Text] / R. Tesse, C. Paglialunga // Italian Journal of Pediatrics. - 2009. - Vol. 35, no. 19. - P. 1-4.
3. Nikkhah, A. Equidae, Camel, and Yak Milks as Functional Foods: A Review: Article [Text] / A. Nikkhah // Journal Nutrition Food Science. - 2011. - Vol. 1, no. 5. - P. 1-5. - DOI: 10.4172/2155-9600.1000116.
4. Monti, G. Efficacy of Donkey's Milk in Treating Highly Problematic Cow's Milk Allergic Children: An in Vivo and Vitro Study [Text] / G. Monti, E. Bertino // Pediatric Allergy Immunol. - 2007. - Vol.18. - P. 258-264.
5. Jirillo, F. Anti-inflammatory and Anti-Allergic Properties of Donkey's and Goat's Milk [Text] / F. Jirillo, T. Magnore // Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets. - 2014. - Vol. 1, no.14. - P. 27-37.
6. Papademas, P. Valorization of Donkey Milk: Technology, Functionality and Future Prospects [Text] / P. Papademas, P. Mousikos, M. Aspri // JDS Communications. - 2022. - Vol. 3. - P. 228-233.
7. Vincenzetti, S. Hypoallergenic Properties of Donkey's Milk: a Preliminary Study [Text] / S. Vincenzetti, L. Foghini, S. Pucciarelli, V. Polzonetti, N. Cammertoni, D. Beghelli, P. Polidori // Veterinaria Italiana. - 2014. - Vol. 50 (2). - P. 99-107. DOI: 10.12834/VetIt.219.125.5.
8. Brumini, D. Whey Proteins and their Antimicrobial Properties in Donkey Milk: a Brief Review [Text] / D. Brumini, A. Criscione, S. Bordonaro, G.E. Vegarud, D. Marletta // Dairy Science & Technology. - 2016. - Vol. 96. - P. 1-14. - DOI 10.1007/s13594-015-0246-1.
9. Souroullas, K. Donkey Milk as a Supplement in Infant Formula: Benefits and Technological Challenges [Text] / K. Souroullas, M. Aspri, P. Papademas // Food Research International. - 2018. - Vol. 109. - P. 416-425. - DOI: 10.1016/j.foodres.2018.04.051
10. Zhang, X. Comparative Whey Proteome Profiling of Donkey Milk With Human and Cow Milk [Text] / X. Zhang, G. Jiang, Ch. Ji, Z. Fan, S. Ge, H. Li, Y. Wang, X. Lv, F.Zhao // Frontiers of Nutrition. - 2022. - Vol.9. - P. 1-7. - DOI: 10.3389/fnut.2022.911454.
11. Salimei, E. Equid Milk for Human Consumption [Text] / E. Salimei, F. Fantuz // International Dairy Journal. 2012. Vol. 24. P. 130-142.
12. Polidori, P. Donkey Milk Production: State of the Art [Text] / P. Polidori, D. Beghelli, P. Mariani // Ital. Journal Anim. Science. 2009. Vol. 8. P. 677-683.
13. Derdak, R. Donkey Milk Bioactive Proteins and Peptides, Health and Food Applications – A review [Text] / R. Derdak, O.L. Pop, S. Sakoui, C. Muresan, D. Vodnar, B. Addoum, R. Suharoschi // Preprints. - 2020. - P. 1-18. - DOI:10.20944/preprints202007.0119.v1.
14. Polidori, P. Nutritional qualities of donkey milk [Text] / P. Polidori ; School of Pharmacy, Univ. of Camerino. - 2012. режим доступа: <https://www.soas.ac.uk/history/conferences/donkey-conference-2012//archive-of-previous-papers/file86174.pdf>.
15. Ozturkoglu, B. An Alternative Milk: Donkey milk [Text] / B. Ozturkoglu // The Journal of Food. - 2012. - Vol. 4, no. 37. - P. 243-250.
16. Marletta, D. Donkey Milk Proteins: Digestibility and Nutritional Significance [Text] / D. Marletta, S. Flavio, T. Bordonaro ; World's Largest Science,

Technology and Medicine Open Access Book Publisher. Intech. - 2016. - Chapter 10. - 199-209 p.

17. Nazzaro, F. Isolation of Components with Antimicrobial Property from the Donkey Milk: A preliminary study [Text] / F. Nazzaro, P. Orlando, F. Fratianni, R. Coppola // *The Open Food Science Journal*. - 2010. - Vol. 4. - P. 43-47.

18. Mao, X. Anti-proliferative and Anti-Tumor Effect of Active Components in Donkey Milk on A549 Human Lung Cancer Cells [Text] / X. Mao, J. Gu, Y. Sun, Sh. Xu, X. Zhang, H. Yang, F. Ren // *International Dairy Journal*. - 2009. - Vol.19. - P. 703-708.

19. Angela, G. Major Whey Proteins in Donkey Milk: Effects of Season and Lactation Stage. Implications for Potential Dietary Interventions in Human Diseases [Text] / G. Angela, G. Martemucci // *Immunopharmacology and Immunotoxicology*. - 2011. - Vol. 33. - P. 259-265.

20. Vincenzetti, S. A Proteomic Study on Donkey Milk [Text] / S. Vincenzetti, A. Amici, S. Pucciarelli // *Biochemistry & Analytical Biochemistry*. - 2012. - Vol. 1, no. 2. - P. 1-8.

21. Brumini, D. Antiviral Activity of Donkey Milk Protein Fractions on Echovirus Type 5 [Text] / D. Brumini, C. Furlund, I. Comi // *International Dairy Journal*. - 2013. - Vol. 28, no. 6. - P. 109-111.

22. Coppola, R. Behaviour of Lactobacillus Rhamnosus Strains in Ass's Milk [Text] / R. Coppola, E. Salimei, M. Succi, E. Sorrentino // *Annals of Microbiology*. - 2002. Vol. 52. - P. 55-60.

23. Chiavari, C. Use of Donkey's Milk for Fermented Beverage with Lactobacilli [Text] / C. Chiavari, F. Coloretto, M. Nanni, E. Sorrentino, L. Grazia // *Lait*. - 2005. - Vol. 85. - P. 481-490.

24. Sarno, E. Microbiological Quality of Raw Milk from Campania Region [Text] / E. Sarno, A. Santoro, D. Rossela, N. Costanzo // *Ital. Journal of Animal Science*. - 2012. - Vol.11, no. 49. - P. 266-269.

25. Papademas, P. Optimization of UV-C Processing of Donkey Milk: An Alternative to Pasteurization? [Text] / P. Papademas, P. Mousikos, M. Aspri // *Animals*. - 2021. - Vol. 11, no. 42. - P. 1-10. <https://doi.org/10.3390/ani11010042>.

26. Sorrentino, E. Heat Treatment of Ass's milk, a Hypoallergenic Food for Infancy Proceedings of Technological Innovation and Enhancement of Marginal Products [Text] / E. Sorrentino, E. Salimei, M. Succi, D. Gammariello, D. Criscio, G. Panfili, R. Coppola; Foggia. - 2005. - 569-574 pp.

27. Giacometti, F. Shelf Life of Donkey Milk Subjected to Different Treatment and Storage Conditions [Text] / F. Giacometti, L. Bardasi, G. Merialdi, M. Morbarigazzi // *Journal Dairy Science*. - 2016. - Vol. 99, no. 6. - P. 4291-4299.

28. Charfi, I. Biochemical and Quality Changes Occurring in Donkey Milk Subjected to Non-Standard Heat Treatments [Text] / I. Charfi, F. Tidona, A. Makhoul, F. Rezouga, H. Boukhari, S. Bornaz // *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*. - 2019. - Vol. 6. - P. 1-5. doi: 10.15761/IFNM.1000261.

29. Ozturkoglu-Budak, S. Effect of Different Treatments on the Stability of Lysozyme, Lactoferrin and  $\beta$ -Lactoglobulin in Donkey's Milk [Text] / S. Ozturkoglu-Budak // *International Journal of Dairy Technology*. - 2016. - Vol. 69. - P. 1-11. doi: 10.1111/1471-0307.12380.

30. Akwei Addo, C. Evaluating the Ultra-High Pressure Homogenization (UHPH) and Pasteurization Effects on the Quality and Shelf Life of Donkey Milk [Text] / C. Akwei Addo, V. Ferragut // *Intern. J. of Food Studies*. - 2015. - Vol. 4. - P. 104-115.

31. Cosentino, C. Short Communication: Jenny Milk as an Inhibitor of Late Blowing in Cheese: A Preliminary Report [Text] / C. Cosentino, R. Paolino, P. Freschi, A. Calluso // *Journal Dairy Science*. - 2013. - Vol. 6, no. 96. - P. 3547-3550.

32. Лысак, В. Микробиология: учеб. пособие [Text] / В. Лысак; Минск: БГУ, 2007. - 430 с. - ISBN 985-485-709-3. - URL: [http://www.bio.bsu.by/microbio/files/pub\\_Lysak\\_2008.pdf](http://www.bio.bsu.by/microbio/files/pub_Lysak_2008.pdf) (дата обращения: 02.08.2021)

33. Ashokkumar, S. Production and Antibacterial Activity of Lactobacillus Paracasei Isolated From Donkey Milk [Text] / S. Ashokkumar, R. Krishma, V. Hemalatha, P. Ingale // *Int. J.Curr. Science*. - 2011. - Vol. 1. - P. 109-115.

34. Polidori, P. Difference of Protein Fractions among Fresh, Frozen and Powdered Donkey Milk [Text] / P. Polidori, S. Vincenzetti // *Recent Patents on food, nutrition & agriculture*. - 2010. - Vol. 2. - P. 56-60.

35. Chandrashekar, K. Microbial Profile and Antimicrobial Effect of Donkey Milk against Staphylococcus aureus [Text] / K. Chandrashekar, R. Sharada, S. Isloor // *Int.J.Curr.Microbiol.App.Science*. - 2018. - Vol. 7, no. 3. - P. 3237-3242.

36. Conte, F. Donkey Milk Shelf Life: Microbiology and Volatile Compounds [Text] / F. Conte, T. Rapisarda, G. Belvedere // *A.I.V.I.* - 2010. - № 7. - P. 25-29.

#### REFERENCES

1. Marletta D., Flavio T., Bordonaro S. (2016). Donkey milk proteins: Digestibility and nutritional significance. *World's largest Science, Technology and Medicine Open Access Book Publisher. Intech*. - Chapter 10. - 199-209 p.

2. Tesse R., Tesse R., Paglialunga C. (2009). Adequacy and Tolerance to Ass's Milk in an Italian Cohort of Children with Cow's Milk Allergy // *Italian Journal of Pediatrics*. - Vol. 35, no. 19. - P.P. 1-4.

3. Nikkhah A. (2011). Equidae, Camel, and Yak Milks as Functional Foods: A Review: Article // *Journal Nutrition Food Science*. - Vol. 1, no. 5. - P.P. 1-5. - DOI: 10.4172/2155-9600.1000116.

4. Monti G., Bertino E. (2007). Efficacy of Donkey's Milk in Treating Highly Problematic Cow's Milk Allergic Children: An in Vivo and Vitro Study // *Pediatric Allergy Immunol*. - Vol.18. - P.P. 258-264.

5. Jirillo F., Magnore T. (2014). Anti-inflammatory and Anti-Allergic Properties of Donkey's



- and Goat's Milk // *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets*. - Vol. 1, no.14. - P.P. 27-37.
6. Papademas P., Mousikos P., Aspri M. (2022). Valorization of Donkey Milk: Technology, Functionality and Future Prospects // *JDS Communications*. - Vol. 3. – P.P. 228–233.
7. Vincenzetti S., Foghini L., Pucciarelli S., Polzonetti V., Cammertoni N., Beghelli D., Polidori P. (2014). Hypoallergenic Properties of Donkey's Milk: a Preliminary Study // *Veterinaria Italiana*. - Vol. 50 (2). - P.P. 99-107. DOI: 10.12834/VetIt.219.125.5.
8. Brumini D., Criscione A., Bordonaro S., Veigarud GE., Marletta D. (2016). Whey Proteins and their Antimicrobial Properties in Donkey Milk: a Brief Review // *Dairy Science & Technology*. - Vol. 96. - P.P. 1–14. - DOI 10.1007/s13594-015-0246-1.
9. Souroullas K., Aspri M., Papademas P. (2018). Donkey Milk as a Supplement in Infant Formula: Benefits and Technological Challenges // *Food Research International*. – Vol. 109. - P.P. 416-425. - DOI: 10.1016/j.foodres.2018.04.051
10. Zhang X., Jiang G., Ji Ch., Fan Z., Ge S., Li H., Wang Y., Lv X., Zhao F. (2022). Comparative Whey Proteome Profiling of Donkey Milk With Human and Cow Milk // *Frontiers of Nutrition*. - Vol.9. - P.P. 1-7. - DOI: 10.3389/fnut.2022.911454.
11. Salimei E., Fantuz F. (2012). Equid Milk for Human Consumption // *International Dairy Journal*. - Vol. 24. P.P. 130-142.
12. Polidori P., Beghelli D., Mariani P. (2009). Donkey Milk Production: State of the Art // *Ital. Journal Anim. Science*. - Vol. 8. P.P. 677-683.
13. Derdak R., Pop O.L., Sakoui S., Muresan C., Vodnar D., Adoum B., Suharoschi R. (2020). Donkey Milk Bioactive Proteins and Peptides, Health and Food Applications – A review // *Preprints*. - P.P. 1-18. - DOI:10.20944/preprints202007.0119.v1.
14. Polidori P. (2012). Nutritional qualities of donkey milk / P. Polidori ; School of Pharmacy, Univ. of Camerino. - режим доступа: <https://www.soas.ac.uk/history/conferences/donkey-conference-2012//archive-of-previous-papers/file86174.pdf>.
15. Ozturkoglu B. (2012). An Alternative Milk: Donkey milk // *The Journal of Food*. - 2012. - Vol. 4, no. 37. - P.P. 243-250.
16. Marletta D., Flavio S., Bordonaro T. (2016) Donkey Milk Proteins: Digestibility and Nutritional Significance. *World's Largest Science, Technology and Medicine Open Access Book Publisher*. Intech. - Chapter 10. - 199-209 p.
17. Nazzaro F., Orlando P., Fratianni F., Coppola R. (2010). Isolation of Components with Antimicrobial Property from the Donkey Milk: A preliminary study // *The Open Food Science Journal*. - Vol. 4. - P.P. 43-47.
18. Mao X., Gu J., Sun Y., Xu Sh., Zhang X., Yang H., Ren F. (2009). Anti-proliferative and Anti-Tumor Effect of Active Components in Donkey Milk on A549 Human Lung Cancer Cells // *International Dairy Journal*. - Vol.19. - P.P. 703-708.
19. Angela G., Martemucci G. (2011). Major Whey Proteins in Donkey Milk: Effects of Season and Lactation Stage. Implications for Potential Dietary Interventions in Human Diseases // *Immunopharmacology and Immunotoxicology*. - Vol. 33. - P.P. 259-265.
20. Vincenzetti S., Amici A., Pucciarelli S. (2012). A Proteomic Study on Donkey Milk / S. Vincenzetti, - Текст : непосредственный // *Biochemistry & Analytical Biochemistry*. - Vol. 1, no. 2. - P.P. 1-8.
21. Brumini D., Furlund C., Comi I. (2013). Antiviral Activity of Donkey Milk Protein Fractions on Echovirus Type 5 / D. Brumini, - Текст : непосредственный // *International Dairy Journal*. - Vol. 28, no. 6. - P.P. 109-111.
22. Coppola R., Salimei E., Succi M., Sorrentino E. (2002). Behaviour of *Lactobacillus Rhamnosus* Strains in Ass's Milk // *Annals of Microbiology*. - Vol. 52. - P.P. 55-60.
23. Chiavari C., Coloretti F., Nanni M., Sorrentino E., Grazia L. (2005). Use of Donkey's Milk for Fermented Beverage with *Lactobacilli* // *Lait*. - 2005. - Vol. 85. – P.P. 481-490.
24. Sarno E., Santoro A., Rossela D., Costanzo N. (2012). Microbiological Quality of Raw Milk from Campania Region // *Ital. Journal of Animal. Science*. - Vol.11, no. 49. - P.P. 266-269.
25. Papademas P., Mousikos P., Aspri M. (2021) Optimization of UV-C Processing of Donkey Milk: An Alternative to Pasteurization? // *Animals*. - Vol. 11, no. 42. - P.P. 1-10. <https://doi.org/10.3390/ani11010042>.
26. Sorrentino E., Salimei E., Succi M., Gammariello D., Criscio D., Panfili G., Coppola R. (2005). Heat Treatment of Ass's milk, a Hypoallergenic Food for Infancy Proceedings of Technological Innovation and Enhancement of Marginal Products. Foggia. - 569-574 pp.
27. Giacometti F., Bardasi L., Meriardi G., Morbarigazzi M. (2016). Shelf Life of Donkey Milk Subjected to Different Treatment and Storage Conditions // *Journal Dairy Science*. - Vol. 99, no. 6. - P.P. 4291-4299.
28. Charfi I., Tidona F., Makhlof A., Rezouga F., Boukhari H., Bornaz S. (2019). Biochemical and Quality Changes Occurring in Donkey Milk Subjected to Non-Standard Heat Treatments // *Integrative Food, Nutrition and Metabolism*. - Vol. 6. - P.P. 1-5. doi: 10.15761/IFNM.1000261.
29. Ozturkoglu-Budak S. (2016). Effect of Different Treatments on the Stability of Lysozyme, Lactoferrin and  $\beta$ -Lactoglobulin in Donkey's Milk // *International Journal of Dairy Technology*. - Vol. 69. – P.P. 1-11. doi: 10.1111/1471-0307.12380.
30. Akwei Addo C., Ferragut V. (2015). Evaluating the Ultra-High Pressure Homogenization (UHPH) and Pasteurization Effects on the Quality and Shelf Life of Donkey Milk // *Intern. J. of Food Studies*. - Vol. 4. - P.P. 104-115.

31. Cosentino C., Paolino R., Freschi P., Caluso A. (2013). Short Communication: Jenny Milk as an Inhibitor of Late Blowing in Cheese: A Preliminary Report // *Journal Dairy Science*. - Vol. 6, no. 96. - P.P. 3547-3550.

32. Lysak V. (2007). *Mikrobiologiya. uchebnoe posobie [Microbiology: textbook]*: Minsk: BGU – 430 p. ISBN 985-485-709203. – URL: [http://www.bio.bsu.by/microbio/files/pub\\_Lysak\\_2008.pdf](http://www.bio.bsu.by/microbio/files/pub_Lysak_2008.pdf) (In Russian).

33. Ashokkumar S., Krishma R., Hemalatha V., Ingale P. (2011). Production and Antibacterial Activity of *Lactobacillus Paracasei* Isolated From Donkey Milk // *Int. J.Curr. Science*. - Vol. 1. - P.P. 109-115.

34. Polidori P., Vincenzetti S. (2010). Difference of Protein Fractions among Fresh, Frozen and Powdered Donkey Milk // *Recent Patents on food, nutrition & agriculture*. - Vol. 2. - P. 56-60.

35. Chandrashekar K., Sharada R., Isloor S. (2018). Microbial Profile and Antimicrobial Effect of Donkey Milk against *Staphylococcus aureus* // *Int.J.Curr.Microbiol.App.Science*. - Vol. 7, no. 3. - P.P. 3237-3242.

36. Conte F., Rapisarda T., Belvedere G. (2010). Donkey Milk Shelf Life: Microbiology and Volatile Compounds // *A.I.V.I.* - № 7. - P.P. 25-29.