

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.117.3.039>

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА И КОБЫЛЬЕГО МОЛОКА С ДОБАВЛЕНИЕМ КОРОВЬЕГО

Научная статья

Симоненко Е.С.<sup>1,\*</sup>, Симоненко С.В.<sup>2</sup>, Копытко М.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-2878-8069;

<sup>1, 2, 3</sup> Научно-исследовательский институт детского питания – филиал ФИЦ питания и биотехнологии, Истра, Россия

\* Корреспондирующий автор (nir[at]niidp.ru)

### Аннотация

Ценность белкового комплекса кобыльего молока является весомым аргументом к применению его в качестве сырья при разработке новых пищевых продуктов. В то же время, значительная термолабильность преобладающих протеиновых компонентов вызывает определенные трудности в процессе термической обработки [1]. Одним из основных сдерживающих факторов использования кобыльего молока в пищевой промышленности является появление в результате термической обработки структурных нарушений продукта и ухудшение органолептических свойств кобыльего молока, что является следствием термолабильности сывороточных фракций белков кобыльего молока. В связи с этим были изучены режимы термической обработки и определены наиболее рациональные режимы пастеризации, как кобыльего молока, так и комбинации кобыльего и коровьего молока. На сегодняшний день отсутствуют конкретные параметры процесса пастеризации, установленные для кобыльего молока, что обосновывает актуальность проведения исследований температурно-временных режимов его термообработки. По результатам проведенных исследований выявлено влияние режимов пастеризации на физико-химические, микробиологические и органолептические показатели кобыльего молока. Установлено, что для обеспечения гарантированного органолептического и микробиологического качества наиболее рациональным и технологичным является применение двухступенчатого режима, включающего предварительную термизацию.

**Ключевые слова:** кобылье молоко, кобылье молоко с добавлением коровьего молока, термоустойчивость.

## AN INVESTIGATION OF THE MODES OF HEAT TREATMENT OF MARE MILK AND MARE MILK WITH THE ADDITION OF COW MILK

Research article

Simonenko E.S.<sup>1,\*</sup>, Simonenko S.V.<sup>2</sup>, Kopytko M.S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-2878-8069;

<sup>1, 2, 3</sup> Scientific Research Institute of Baby Food – a Branch of the Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology, Istra, Russia

\* Corresponding author (nir[at]niidp.ru)

### Abstract

The value of the mare milk protein complex is a valid argument for its use as a raw material in the development of new food products. At the same time, the significant thermal stability of the prevailing protein components causes certain difficulties in the heat treatment process [1]. One of the main constraining factors of the use of mare milk in the food industry is the appearance of structural disorders of the product as a result of heat treatment and deterioration of the organoleptic properties of mare milk, which is a consequence of the thermal stability of the whey fractions of mare milk proteins. In this regard, the study examines the modes of heat treatment and determines the most rational pasteurization modes for both mare milk and combinations of mare and cow milk. As of today, there are no specific established parameters for the pasteurization process for mare milk, which justifies the relevance of conducting research on the temperature-time regime of its heat treatment. According to the results of the conducted studies, the study determines the influence of pasteurization regimes on the physico-chemical, microbiological and organoleptic parameters of mare milk. The article concludes that in order to ensure guaranteed organoleptic and microbiological quality, the use of a two-stage regime, including preliminary thermization, is the most rational and technologically viable.

**Keywords:** mare milk, mare milk with the addition of cow milk, thermal resistance.

### Введение

В последние годы заметно возрос интерес к использованию кобыльего молока в питании человека, а также для лечения и профилактики ряда заболеваний, хронические патологии желудочно-кишечного тракта, туберкулез и пр. По данным многочисленных исследований установлена некоторая идентичность его аминокислотного состава с грудным молоком, что делает кобылье молоко перспективным сырьем для детского питания [2], [3], [7], [8].

Полезные свойства молока кобыл обусловлены его существенными отличиями от коровьего молока. Сопоставление состава молока кобыл и коров выявляет расхождения, выраженные в пониженном содержании жира (12,1 г/кг в сравнении с 36,1 г/кг у коров) и более высоком содержании лактозы (63,7 г/кг и 48,8 г/кг соответственно). Кроме того, в кобыльем молоке присутствует меньшее количество белков (21,4 г/кг по сравнению с 32,5 г/кг с коровьим) и минеральных веществ (4,2 г/кг по сравнению с 7,6 г/кг у коров) [9], [10].

Для разработки и производства новых продуктов гарантированного качества из кобыльего молока требуется его обязательная пастеризация, поскольку данное сырье относится к скоропортящимся, и термическая обработка в технологическом цикле становится необходимой операцией для соблюдения требований безопасности, установленных Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» [11].

На сегодняшний день имеется недостаточное количество данных о применении пастеризации в переработке кобыльего молока. Принимая во внимание значительную термолабильность сывороточных фракций, составляющих около половины протеинового комплекса кобыльего молока, у переработчиков возникают определенные сложности в процессе термической обработки данного продукта ввиду неустойчивости его белковой фазы, приводящей не только к нежелательным структурным нарушениям продукта, но и значительным изменениям органолептических свойств.

Учитывая вышеизложенное, перспективным является проведение исследований кобыльего молока, как сырого, так и обогащенного сухими высокобелковыми компонентами при различных режимах пастеризации, включая двухступенчатый режим с предварительной термизацией, с целью установления наиболее оптимальных параметров, обеспечивающих получение продукта высокого качества по органолептическим и физико-химическим характеристикам при соблюдении санитарно-гигиенических требований по микробиологическим показателям.

### Методы и принципы исследования

Определены объекты исследования: кобылье молоко сырое по ГОСТ Р 52973-2008, кобылье молоко с повышенным содержанием сухих веществ (кобылье молоко сырое с добавлением кобыльего молока сухого по ГОСТ Р 52975-2008), кобылье молоко сырое с добавлением коровьего молока сырого по ГОСТ 31449-2013. При выполнении работы использованы физико-химические методы определения термоустойчивости по алкогольной и тепловой пробам, микроскопирование, оценка органолептических и микробиологических показателей.

### Основные результаты

Одним из основных сдерживающих факторов использования кобыльего молока в молочной промышленности является его низкая термоустойчивость и ухудшение органолептических свойств. Для решения этой проблемы были изучены режимы термической обработки кобыльего молока (далее - КобМ), кобыльего молока сырого с добавлением кобыльего молока сухого (далее - ККобМ), кобыльего молока сырого с добавлением коровьего молока сырого (далее - КобМ/КорМ) (таблица 1).

Таблица 1 – Термоустойчивость КобМ, ККобМ, КобМ/КорМ

Объект/Режимы	Показатель	КобМ	ККобМ	КобМ/КорМ 60/40
Сырое молоко	Титруемая кислотность, °Т	6,5	12	19,5
	Активная кислотность, рН	6,8	6,7	6,6
Объемная доля этилового спирта, 68 %	Алкогольная проба, группа	≤5	≤ 5	≤5
Температурные режимы	Продолжительность выдержки до наступления видимой коагуляции белка, в сек			
65 °С	Начало коагуляции, мин	5400±15	4200±15	7200±20
68 °С		1500±15	900±15	2100±20
72 °С		840±10	480±10	1500±15
75 °С		720±10	360±10	1080±15
78 °С		240±10	120±10	480±10
82 °С		120±10	*)	240±10

Из представленных данных видно, что все образцы показали неудовлетворительные результаты по алкогольной пробе даже в отношении спиртового раствора наименьшей концентрации – 68%, что свидетельствует об их крайне низкой термостабильности и невозможности термической обработки при высоких температурах. С учетом этих показателей были проведены дальнейшие исследования для последующего анализа термоустойчивости по тепловой пробе. (таблица 1). Полученные данные демонстрируют закономерное снижение времени выдержки и термоустойчивости с повышением температуры. При этом, температурные режимы 68°С и выше приводят к резкому ослаблению термостабильности, что коррелирует с результатами, полученным при постановке алкогольной пробы.

Результаты микроскопирования позволили определить, что в исследуемых образцах образование коагуляционных частиц проявляется за 50-80 секунд до начала видимой коагуляции, что было учтено при разработке режима пастеризации.

В процессе исследований термоустойчивости образцов проведена органолептическая оценка. Температуры выше 72°С и увеличение продолжительности выдержки приводило к появлению прогрессирующей горечи и появлению неоднородности молока в виде белковых хлопьев.

В дальнейших исследованиях была изучена эффективность режимов пастеризации и их влияние на органолептические и микробиологические показатели с целью определения рациональных температурно-временных условий пастеризации, обеспечивающих сохранение, как органолептических свойств, так и показателей микробиологической безопасности.

С учетом значительных изменений во вкусе, запахе и консистенции кобыльего молока при температурах 75°С и 78°С в дальнейших исследованиях была изучена эффективность режимов пастеризации 65°С, 68°С и 72°С и их влияние на органолептические и микробиологические показатели с целью подобрать оптимальные температурно-временные условия термообработки, обеспечивающие сохранение как органолептических качеств, так и показателей безопасности.

Наилучшие органолептические показатели отмечены во всех образцах при температуре пастеризации 65°С с экспозицией 30 минут. Наибольшие негативные изменения в органолептических показателях выявлены в образцах

при температуре пастеризации выше 68°C и продолжительности выдержки более 20 минут. В кобыльем молоке ощущается привкус горечи и отмечены единичные хлопья белка. Аналогичные изменения отмечены в кобыльем молоке с добавлением кобыльего молока сухого и кобыльем молоке с добавлением коровьего молока.

Анализ влияния температурно-временных режимов пастеризации на микробиологические показатели бактерий группы кишечной палочки показал, что все режимы соответствуют нормируемому уровню.

При производстве кисломолочных продуктов к молоку предъявляют повышенные микробиологические требования и, как правило, применяют высокотемпературные режимы пастеризации. В связи с чем проведены исследования по влиянию двухступенчатой термической обработки, включающей режим предварительной термизации молока. Результаты органолептической оценки приведены в таблице 2.

Таблица 3 – Органолептические показатели режима двухступенчатой термической обработки.

Оценочные показатели	КобМ	ККобМ	КобМ/КорМ
Режим пастеризации 58°C /20мин; охлаждение 6 °C /4ч.; 72 °C / 15 сек.			
Органолептические	Вкус и запах -свойственный кобыльему молоку Цвет – молочно-белый Консистенция и внешний вид -однородная	Вкус и запах – с легким привкусом кобыльего молока Цвет – молочно-белый Консистенция-однородная	Вкус и запах – кисломолочный Цвет – молочно-белый Консистенция-однородная

### Заключение

Наиболее оптимальным с целью сохранения показателей безопасности и органолептических свойств является применение двухступенчатой термической обработки КобМ, включающая термизацию при 58°C с экспозицией 20 минут с последующим охлаждением до 6°C в течение 4 часов, затем пастеризацией при 72°C с экспозицией 15 секунд. Двухступенчатая термическая обработка позволила достичь эффективности пастеризации и при этом сохранить органолептические свойства. Все образцы прошедшие термическую обработку при указанном режиме допустимо использовать в производстве продуктов гарантированного качества по органолептическим и микробиологическим показателям.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Канарейкина С.Г. Влияние режимов пастеризации на органолептические показатели и кислотность кобыльего молока при хранении / С.Г. Канарейкина, В.И. Канарейкин // Известия ОГАУ. – 2017. – №1 (63). – Стр. 144-147.
2. Mazhitova A.T. Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season / A.T. Mazhitova, A.A. Kulmyrzaev // Journal of Dairy Science. 2016. V. 99. Issue 4. P. 2480-2487.
3. DiCagno R. Uses of mares' milk in manufacture of fermented milks / Raffaella DiCagno, Antonia Tamborrino, Giovanna Gallo et al. // International Dairy Journal. 2004. V. 14. Issue 9. P. 767-775.
4. Канарейкина С.Г. Влияние различных режимов пастеризации на качество кобыльего молока / С.Г. Канарейкина // Зоотехния. 2010. С.90-91.
5. Канарейкина С. Г. Кобылье молоко - уникальное сырьё для продуктов здорового питания / С.Г. Канарейкина, В.И. Канарейкин // Известия ОГАУ. – 2016. – №4 (60). – С.150-152.
6. Bornaz S. Physicochemical properties of fermented Arabian mares' milk / Salwa Bornaz, Nejib Guizani, Jawher Sammari et al. // International Dairy Journal. 2010. V. 20 P. 500-505.
7. Агаркова Е.Ю. Противодиабетическая активность белков молочной сыворотки / Е.Ю. Агаркова, К.А. Рязанцева, А.Г.Кручинин // Техника и технология пищевых производств. – 2020. – Т.50. – № 2. – С. 306-318
8. Агаркова Е.Ю. Белки молочной сыворотки как источник антиоксидантных пептидов / Е.Ю. Агаркова, К.А. Рязанцева, А.Г.Кручинин // Сыроделие и маслоделие. –2020. –№2. –С.57-58.
9. Dulliusa A. A biotechnological approach for the production of branched chain amino acid containing bioactive peptides to improve human health: A review / Anja Dulliusa, Patricia Fassina, Maiara Giroldi et al. // Food Research International. Vol.131. May 2020. 109002.
10. Хаертинов Р.Р. Особенности белкового состава молока у основных видов сельскохозяйственных животных / Р.Р. Хаертинов, Ф.И. Гафиятуллин, М.П. Афанасьев // Сельскохозяйственная биология. 2011. №2. С. 81-85.
11. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии № 67 от 9 октября 2013 года.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Kanareukina S.G. Vliianie rezhimov pasterizatcii na organolepticheskie pokazateli i kislotnost kobylego moloka pri khranении [Influence of pasteurization modes on organoleptic parameters and acidity of mare milk during storage] / S. G. Kanareukina, V. I. Kanareykin // Izvestiya OGAU [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University]. – 2017. – №1 (63). – Pp. 144-147 [in Russian]
2. Mazhitova A.T. Determination of amino acid profile of mare milk produced in the highlands of the Kyrgyz Republic during the milking season / A.T. Mazhitova, A.A. Kulmyrzaev // Journal of Dairy Science. 2016. V. 99. Issue 4. P. 2480-2487.
3. DiCagno R. Uses of mares' milk in manufacture of fermented milks / Raffaella DiCagno, Antonia Tamborrino, Giovanna Gallo et al. // International Dairy Journal. 2004. V. 14. Issue 9. P. 767-775.

4. Kanareukina S.G. Vlianie razlichnykh rezhimov pasterizatsii na kachestvo kobylego moloka [The influence of various pasteurization modes on the quality of mare milk] / S. G. Kanareykina // Zootekhniia [Zootechniya]. 2010. Pp.90-91 [in Russian]
5. Kanarekina S. G. Kobyle moloko - unikalnoe syre dlia produktov zdorovogo pitaniia [mare milk is a unique raw material for healthy food products] / S. G. Kanareykina, V. I. Kanareykin // Izvestiya OGAU [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University]. – 2016. – №4 (60). – Pp.150-152 [in Russian]
6. Bornaz S. Physicochemical properties of fermented Arabian mares' milk / Salwa Bornaz, Nejib Guizani, Jawher Sammari et al. // International Dairy Journal. 2010. V. 20 P. 500-505.
7. Agarkova E.Yu. Protivodiabeticheskaia aktivnost belkov molochnoi syvorotki [Antidiabetic activity of whey proteins] / E. Yu. Agarkova, K. A. Ryazantsev, A. G. Kruchinin // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv [Technique and technology of food production]. - 2020. - Vol.50. - No. 2. - pp. 306-318 [in Russian]
8. Agarkova E.Yu. Belki molochnoi syvorotki kak istochnik antioksidantnykh peptidov [Whey proteins as a source of antioxidant peptides] / E. Yu. Agarkova, K. A. Ryazantseva, A. G. Kruchinin // Syrodelie i maslodelie [Cheese-making and butter-making]. -2020. -No.2. -pp.57-58 [in Russian]
9. Dulliusa A. A biotechnological approach for the production of branched chain amino acid containing bioactive peptides to improve human health: A review / Anja Dulliusa, Patricia Fassina, Maiara Giroidi et al. // Food Research International. Vol.131. May 2020. 109002.
10. Khaertdinov R.R. Osobennosti belkovogo sostava moloka u osnovnykh vidov selskokhoziaistvennykh zivotnykh [Features of the protein composition of milk in the main types of farm animals] / R. R. Khaertdinov, F. I. Gafiatullin, M.P. Afanasyev // Selskokhoziaistvennaia biologiya [Agricultural biology]. 2011. №2. Pp. 81-85 [in Russian]
11. Technical Regulations of the Customs Union 033/2013 «O bezopasnosti moloka i molochnoi produkcii» ["On the safety of milk and dairy products"]. Adopted by the Decision of the Council of the Eurasian Economic Commission No. 67 of October 9, 2013 [in Russian]