

Научная статья

УДК 637.146

EDN VCUOTR

Исследование технологических параметров процесса термоцинковой коагуляции белков молока

Светлана Алексеевна Онетова¹, студент магистратуры
Научный руководитель – Ирина Сергеевна Хамагаева²,
доктор технических наук, профессор

^{1,2} Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия, svetamironiva228@gmail.com

Аннотация. В статье приводятся результаты термоцинковой коагуляции белков молока. Изучено воздействие параметров осаждения на величину казеинового и сывороточных протеинов. Установлены технологические факторы коагуляции, позволяющие получить наиболее полноценный комплексный белковый сгусток.

Ключевые слова: термоцинковая коагуляция, белковая добавка, казеин, сывороточные белки

Для цитирования: Онетова С. А. Исследование технологических параметров процесса термоцинковой коагуляции белков молока // Актуальные исследования молодых ученых – результаты и перспективы : материалы 2-ой всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых (Благовещенск, 12 февраля 2025 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 418–424.

Original article

Investigation of technological parameters of the process of thermocink coagulation of milk proteins

Svetlana A. Onetova¹, Master's Degree Student

Scientific advisor – Irina S. Khamagaeva²,

Doctor of Technical Sciences, Professor

^{1,2} East Siberian State University of Technology and Management

Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia, svetamironiva228@gmail.com

Abstract. The article presents the results of thermocink coagulation of milk proteins. The effect of precipitation parameters on the amount of casein and whey proteins has been studied. Technological coagulation factors have been established that make it possible to obtain the most complete complex protein clot.

Keywords: thermocink coagulation, protein supplement, casein, whey proteins

For citation: Onetova S. A. Investigation of technological parameters of the process of thermocink coagulation of milk proteins. Proceedings from Current research by young scientists – results and prospects: *2-aya Vserossiiskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya molodykh uchenykh (12 fevralya 2025 g.)*. (PP. 418–424), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

В настоящее время у населения России наблюдаются нарушения микроэлементной недостаточности, что может привести к определенным проблемам со здоровьем. Эссенциальный микроэлемент цинк входит в первую пятерку жизненно важных микроэлементов. Он ответственен за состояние иммунной системы, метаболизма нуклеиновых кислот и белков, репаративных процессов в организме.

Цинк регулирует активность более 300 энзимных структур, потенцирует синтез пищеварительных ферментов, участвует в процессах кроветворения и дыхания, активизирует костеобразование, регенерацию и заживление ран. Он необходим для здорового гомеостаза кишечника, оказывает прямое влияние на состав его микробиоты, вызывая меньшее фатальное проникновение кишечных бактерий в кровотоки и лимфатические сосуды [1].

Цинк оказывает огромное влияние на иммунную систему человека: повышает выработку интерферонов-гамма, которые защищают организм от бактерий и вирусов, в том числе COVID-19 [2]; защищает лимфоциты – клетки иммунной системы, запускающие защитные механизмы от разрушения; стимулирует работу тимуса – «сердца иммунной системы». Дефицит цинка приводит к атрофии тимуса, и иммунная система перестает выполнять свои функции в полной мере. Этот минерал-иммуномодулятор запускает сигнал самоуничтожения вирусных клеток. Высокий уровень цинка разрушает вирусные частицы и они погибают, не успев распространиться по организму. Цинксодержащая супероксиддисмутаза необходима для антиоксидантной защиты клеток от перекисного окисления липидов [3, 4].

Следует отметить, что для детей и подростков цинк имеет особое значение, потому как непосредственно участвует в физическом развитии, отвечая за рост костей, мышц и других структур опорно-двигательного аппарата, развитие и работу головного мозга, половое созревание и полноценное функционирование репродуктивной системы [5, 6].

Таким образом, цинк участвует во многих биохимических реакциях в организме человека, вследствие чего необходимо минимизировать риск его дефицита путем обогащения продуктов питания этим микронутриентом. В этой связи актуальным является создание специализированных белковых добавок животного происхождения, обогащенных цинком.

Одним из известных способов осаждения молочных белков является термокальциевая коагуляция, позволяющая более комплексно использовать белки молока и ускорить этот процесс. Кальций и цинк являются элементами одной группы периодической системы. Хотя в химических свойствах этих элементов мало общего, все же оба они являются довольно активными металлами с постоянной степенью окисления их ионов – 2^+ .

Методика исследований. Для получения обогащенной цинком белковой добавки исследовали процесс термоцинковой коагуляции белков молока и его влияние на показатели белковой массы.

В качестве коагулянта использовали сульфат цинка, так как эта соль имеет наибольшее применение в фармацевтике. Обезжиренное молоко, нагретое до температуры в диапазоне 90–98 °С, подвергали осаждению белков с использованием 10-процентного раствора сернокислого цинка, из расчета 0,1; 0,2; 0,4 и 0,6 г сухой соли на 100 мл молока. Затем молоко перемешивали до получения сгустка с выделением сыворотки.

Результаты исследований. В первой серии опытов изучали влияние технологических параметров термоцинковой коагуляции на органолептические

показатели сгустка и сыворотки. Так, при дозе 0,1 г образуются слабые, мажущиеся сгустки с выделением мутной, белой сыворотки, что свидетельствует о неполном осаждении белков. Причем температура практически не влияет на этот процесс. При повышении температуры до 95 °С и дозы коагулянта (с 0,2 до 0,4 г на 100 мл молока) улучшаются структурно-механические свойства сгустка с выделением прозрачной сыворотки.

По содержанию общего азота судят о комплексном использовании белковых веществ молока. В этой связи проводили оценку содержания данного показателя (табл. 1).

Таблица 1 – Баланс азота при коагуляции белков молока сульфатом цинка при различных режимах

Содержание азота, мг на 100 мл							
исходное молоко				сыворотка			
общий	казеина	сыворо- точных белков	небелковый	ZnSO ₄ , г/100 мл	90 °С	95 °С	98 °С
510	395	82	33	0,1	348	335	330
				0,2	53	45	41
				0,4	48	42	38
				0,6	46	41	36

Как видно, содержание общего азота в сыворотке уменьшается при увеличении температурных режимов коагуляции. Так, при дозе соли 0,2 г на 100 мл молока содержание азота в 100 мл сыворотки составило при температуре 90 °С – 53 мг; при 95 °С – 45 мг и при 98 °С – 41 мг. С увеличением коагулирующих доз сульфата цинка также наблюдается уменьшение содержания азота в сыворотке при всех температурных режимах. Так, при температуре 95 °С и концентрации ZnSO₄ 0,1 г/100 мл содержание азота в 100 мл сыворотки составляет 335 мг. С увеличением концентрации ZnSO₄ до 0,6 г/100 мл указанное содержание азота становится равным 41 мг.

Установили, что происходит наибольшее выделение белков молока с повышением как температуры коагуляции, так и с увеличением доз сернокислого

цинка. На рисунках 1 и 2 представлена зависимость режима осаждения на степень использования казеинового и сывороточных протеинов.

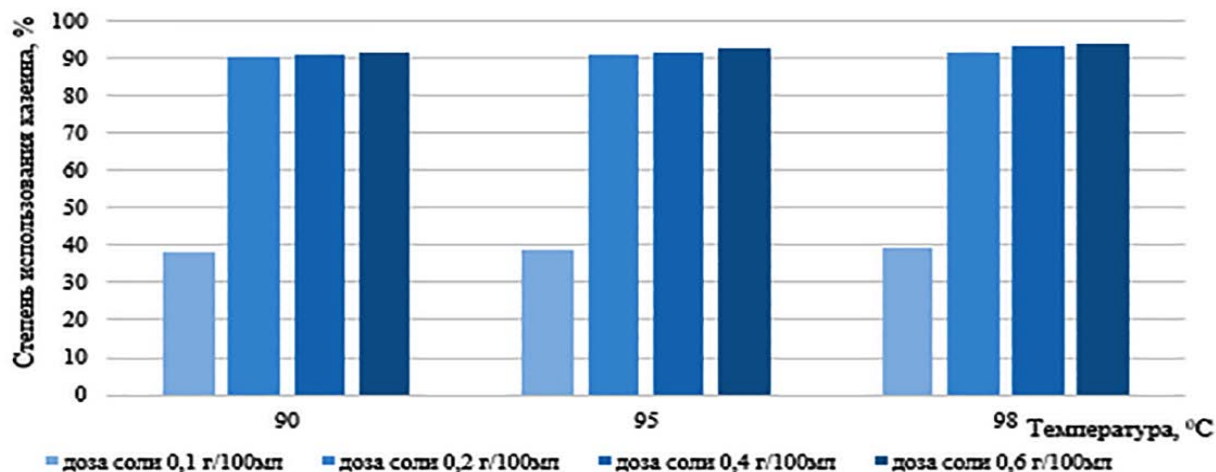


Рисунок 1 – Влияние режимов осаждения на степень использования казеина

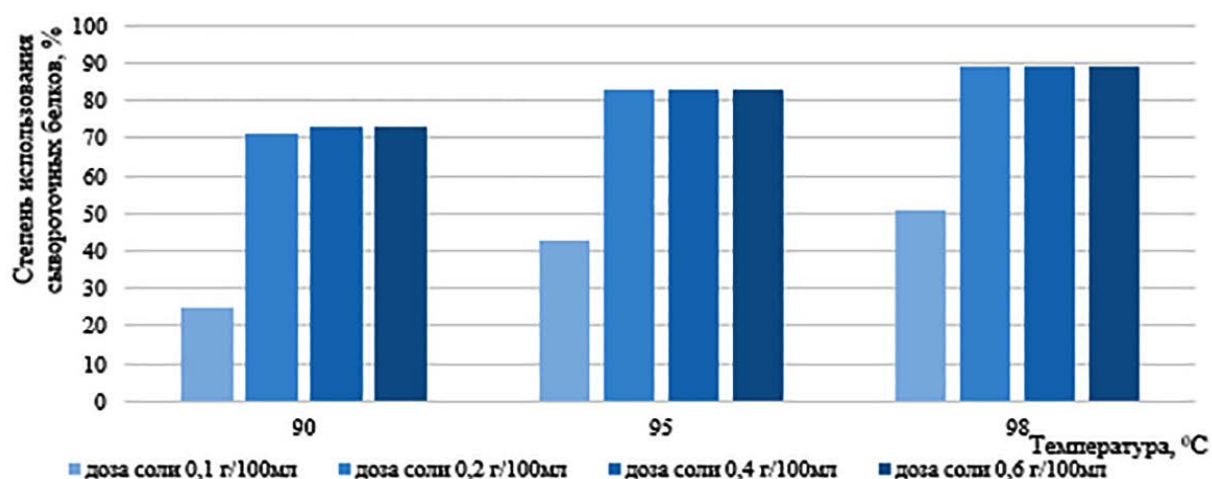


Рисунок 2 – Влияние режимов осаждения на степень использования сывороточных белков

По данным рисунка 1 видно, что доза коагулянта менее 0,2 г/100 мл молока лишь частично осаждает казеин. При дозе соли 0,2 г/100 мл молока и выше наблюдается более полное осаждение казеина. При температуре 90 °C и концентрациях $ZnSO_4$ – 0,2; 0,4; 0,6 г/100 мл молока степень использования казеина составила соответственно 90,8; 92,1 и 93,6 %. Установили, что температура коагуляции на осаждение казеина практически не оказывает влияние.

Однако на степень использования сывороточных белков этот фактор оказывает решающее воздействие. Известно, что денатурация сывороточных белков на поверхности мицелл казеина происходит уже при 75 °С за счет разрыва внутримолекулярных связей.

Из рисунка 2 видно, что с повышением температуры коагуляции возрастает степень использования сывороточных белков. Так, при дозе ZnSO₄ 0,2г/100 мл и температуре 90 °С она составляет 74,2 %; при температуре 95 °С достигает 85,6 % и при 98 °С – 89,5 %.

Заключение. Таким образом, результаты экспериментов показывают, что тепловая обработка при температуре 95 °С и доза вносимого коагулянта 0,2 г/100 мл молока обеспечивают получение белкового сгустка с хорошими технологическими характеристиками. При этих условиях достигается более полное использование белковых веществ молока: казеина и сывороточных белков. Термоцинковая коагуляция белков молока позволяет создать комплексный белковый продукт для восполнения дефицита цинка и белка, который найдет широкое применение в пищевой промышленности.

Список источников

1. Кульчавеня Е. В. Роль микроэлементов в здоровье и благополучии человека // Клинический разбор в общей медицине. 2021. № 1. С. 58–64.
2. Громова О. А., Торшин И. Ю. Важность цинка для поддержания активности белков врожденного противовирусного иммунитета: анализ публикаций, посвященных COVID-19 // Профилактическая медицина. 2020. Т. 23. № 3. С. 131–139.
3. Rink L., Gabriel P. Zinc and the immune system // Proceedings of the Nutrition Society. 2000. No. 59. P. 541–542.
4. Maywald M., Wessels I., Rink L. Zinc signals and immunity // International Journal of Molecular Sciences. 2017. Vol. 18. No. 11. P. 2222.
5. Алексеева И. А. Разработка технологии белковой добавки, обогащенной цинком : дис. ... канд. техн. наук. Улан-Удэ, 1998. 121 с.
6. Новикова В. П., Хавкин А. И. Дефицит цинка и микробиота кишечника // Вопросы практической педиатрии. 2021. Т. 16. № 3. С. 92–98.

References

1. Kulchavenya E. V. The role of trace elements in human health and well-being. *Klinicheskii razbor v obshchei meditsine*, 2021;1:58–64 (in Russ.).
2. Gromova O. A., Torshin I. Yu. The importance of zinc for maintaining the activity of innate antiviral immunity proteins: an analysis of publications on COVID-19. *Profilakticheskaya meditsina*, 2020;23;3:131–139 (in Russ.).
3. Rink L., Gabriel P. Zinc and the immune system. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2000;59:541–542.
4. Maywald M., Wessels I., Rink L. Zinc signals and immunity. *International Journal of Molecular Sciences*, 2017;18;11:2222.
5. Alekseeva I. A. Development of a protein supplement technology enriched with zinc. *Candidate's thesis*. Ulan-Ude, 1998, 121 p. (in Russ.).
6. Novikova V. P., Khavkin A. I. Zinc deficiency and intestinal microbiota. *Voprosy prakticheskoi pediatrii*, 2021;16;3:92–98 (in Russ.).

© Онетова С. А., 2025

Статья поступила в редакцию 30.01.2025; одобрена после рецензирования 10.02.2025; принята к публикации 26.02.2025.

The article was submitted 30.01.2025; approved after reviewing 10.02.2025; accepted for publication 26.02.2025.