

## Интенсификация процесса денатурации белков молочной сыворотки

Елена Грек, Алла Тимчук

Национальный университет пищевых технологий, ул. Владимирская 68, 01033 Киев, Украина; тел. (+38044)287-91-95; эл. почта 589112@ukr.net

Представлены результаты исследований применения комплексной пищевой добавки “Коллаген pro 4402” при производстве альбуминной массы из подсырной сыворотки и концентрата сывороточного белкового (с массовой долей сухих веществ  $(16 \pm 2)$  %), полученного на экспериментальной ультрафильтрационной лабораторной установке на базе ПНИЛ НУПТ. Согласно полученным результатам, введение в молочную сыворотку 0,4 % коллагенсодержащего ингредиента увеличивает выход альбуминной массы с сыворотки в среднем на 25 % при одних и тех же условиях проведения термокислотной денатурации. Эффективное время процесса для сыворотки с “Коллаген pro 4402” составляет  $(40 \pm 2)$  мин, для белкового концентрата –  $(30 \pm 2)$  мин. Гравиметрическим методом Грау-Хамма в модификации А. А. Алексеева была определена влагоудерживающая способность опытных образцов альбуминной массы с “Коллаген pro 4402” –  $(41,2 \pm 2,1)$  %. Аналогичный показатель для контроля составил  $(39,7 \pm 2)$  %.

С помощью влагомера фирмы “Axis” исследована динамика изменения влаги в опытных образцах. Испарение основной части влаги (свободной) из альбуминной массы без коллагенсодержащего ингредиента происходит быстрее – за 6,0–6,5 мин, а с “Коллаген pro 4402” – медленнее, и этот показатель колеблется в пределах 7,5–8,0 мин.

Полученные результаты исследований легли в основу совершенствования технологии получения альбуминной массы. Использование “Коллаген pro 4402” способствует решению технологических и сырьевых проблем, связанных с необходимостью полного выделения ценных сывороточных белков. Полученную альбуминную массу рекомендуется использовать как молочно-белковую составляющую для творожных полуфабрикатов.

**Ключевые слова:** альбуминная масса, концентрат сывороточный белковый, “Коллаген pro 4402”, динамика испарения влаги, влагоудерживающая способность, технологическая схема.

### Введение

Актуальной для молочных предприятий остается проблема рациональной переработки сыворотки. Традиционные способы – сушка, баромембранные способы обработки не могут быть рекомендованы для всех заводов в связи с отсутствием мощностей или малыми объемами сырья.

Из-за недостаточной реализации экономически обоснованных (малозатратных) и быстро внедряемых (без установки дополнительного оборудования) технологий на Украине сыворотка на некоторых предприятиях не рассматривается как полноценное молочное сырье. В лучшем случае она используется для откорма сельскохозяйственных животных или после пастеризации отправляется на хлебокомбинаты [1]. Согласно литературным данным, средний химический состав молочной

сыворотки, в проц.: сухие вещества – 4,5–7,2; белки – 0,5–1,1, лактоза – 3,9–4,9; молочный жир – 0,3–0,5, минеральные соли – 0,3–0,8 [2].

Исследованиями известных ученых Храмова А. Г., Тихомирова Н. А., Нестеренко П. Г., Бельмасова Е. В., Золотаревой Н. С., Трухачева В. И., Молочникова В. В., Орлова Т. А., Сенкевич Т., Кравченко Е. Ф., Свириденко Ю. Я., Абрамова Д. В., Kessler H. G., Korhonen H. и др. установлено, что сывороточные белки имеют уникально сбалансированный аминокислотный состав и являются ценным сырьем для производства пищевых продуктов и полуфабрикатов. Их биологическая ценность составляет 104 %, т. е. выше, чем белка яйца (100 %) и казеина (73 %) [3–7].

В отличие от казеина сывороточные белки не образуют мицелл, не коагулируют под действием ферментов, не осаждаются при подкислении до

pH 4,7. Сывороточные белки имеют сравнительно небольшой молекулярный вес от 14000 до 69000 [8]. Равномерное распределение в полипептидной цепи пролина, полярных групп, высокое содержание серосодержащих аминокислот обуславливает их компактную глобулярную структуру. Сывороточные белки представлены следующими основными фракциями: 5-лактоглобулин (ф-Lg), а-лактоальбумин (а-La), сывороточный альбумин (SA) и иммуноглобулин (Ig) [9]. Условно белки молочной сыворотки делятся на термолабильные, которые осаждаются в кислой среде при

кипячении в течение (30±2) мин, и термостабильные, остающиеся в растворе, но денатурирующие при воздействии кислот.

Актуальным является совершенствование способов извлечения альбуминовых белков и использования их в различных технологиях молочных продуктов в качестве основы или обогатителя.

В таблице 1 по литературным данным [3] приведена эффективность выделения отдельных фракций белков молочной сыворотки при различных режимах денатурации.

**Таблица 1.** Эффективность выделения отдельных фракций белков молочной сыворотки  
**Table 1.** Effectiveness of extraction of individual fractions from whey proteins

Азот, мг/100 мл	Массовая доля в сыворотке после обработки по вариантам*			
	I	II	III	IV
Небелковый	39,2±1,98	39,0±1,95	40,1±2,00	39,6±1,98
Белковый:	65,8±3,29	39,0±1,95	22,9±1,15	9,4±0,47
сывороточных белков	60,2±3,01	33,8±1,69	17,2±0,86	3,8±0,19
пептидов	4,2±0,21	5,2±0,26	5,7±0,29	5,6±0,028

\*I – без обработки (содержание общего белкового азота казеина – 1,4 мг/100 мл);  
II – после тепловой денатурации t 90–95 °С, τ (90±2) мин;  
III – после тепловой денатурации и подкисления t 90–95 °С, τ (90±2) мин, pH 4,4–4,6;  
IV – после тепловой денатурации, подкисления и раскисления t 90–95 °С, τ (90±2) мин, pH 4,4–4,6 → 6,0–6,5.

Термокислотная денатурация предусматривает обработку молочной сыворотки при температуре выше (90±2) °С и около (90±2) мин при pH 4,4–4,6, что является энергозатратным. Степень выделения белков составляет около 40 % [10].

Согласно классической технологии [11], в начале нагрева в результате увеличения скорости частиц происходит дезагрегация ассоциатов белка, а начиная с 50–65 °С – агрегация глобул белка, обусловленная их денатурацией. Такие белки, потеряв устойчивость при 75–80 °С – видимая денатурация, образуют оседающие хлопья. Оптимальная температура воздействия 90–95 °С. Неполное выделение белков обусловлено защитным действием присутствующих в сыворотке электролитов и преобладанием заряда частиц белка как фактора устойчивости. Для усиления тепловой денатурации в подсырную сыворотку вводят реагенты-коагулянты – сыворотку с кислотностью (150±5) °Т. Оптимальной реакцией среды является pH 4,4–4,6, которая соответствует титруемой кислотности 30–35 °Т, а также изоэлектрической точке термолабильных белков

молочной сыворотки (лактоальбуминовой фракции) [12].

Рационализация вышеуказанного процесса требует дополнительных научных исследований. Были определены возможности использования “Коллаген pro 4402” для интенсификации процесса денатурации белков молочной сыворотки.

**Цель работы** – интенсификация процесса денатурации белков молочной сыворотки с использованием “Коллаген pro 4402”.

#### Материалы и методы

На первом этапе исследований были получены модельные образцы альбуминовой массы по указанной выше технологии (τ (90±2) мин), t 90–95 °С, pH 4,4–4,6), с дополнительно введенным в молочную сыворотку коллагенсодержащим ингредиентом на начальной стадии термической обработки.

Сырьем для получения альбуминовой массы и белкового концентрата являлась подсырная сыворотка со следующими физико-химическими показателями: массовая доля сухих веществ (6,1±0,3) %, в том числе: белок (1,0±0,05) %, жир

(0,1±0,01) %, молочный сахар (4,5±0,2) %, минеральные вещества (0,5±0,02) %, титруемая кислотность (18±2) °Т, плотность 1018 кг/м<sup>3</sup>.

Белковый концентрат получен сотрудниками ПНИЛ НУПТ из подсырной молочной сыворотки на ультрафильтрационной лабораторной установке с мембранами марки УПМ-50 и диаметром пор 15–50 нм при температуре 50 °С, давлении 0,4 МПа.

Сывороточный белковый концентрат имел следующие показатели: массовая доля сухих веществ (16±2) %, массовая доля общего белка (10,5±3,3) %, титруемая кислотность – (125±5) °Т, количество молочнокислых бактерий (КОЕ) в 1 г продукта не менее 5×10<sup>4</sup>; бактерии группы кишечной палочки (колиформы) в 0,1 г продукта, патогенные микроорганизмы, в том числе *Salmonella* в 25 г продукта и *Listeria monocytogenes* в 25 г продукта, не выявлены.

Концентрирование сухих веществ приводит к изменению соотношения в компонентном составе сывороточных белков в сторону уменьшения α-лактоальбумина, а также увеличения β-лактоглобулина и иммунных глобулинов. Удаление большого количества α-лактоальбумина подтверждают электрофореграммы фильтрата молочной сыворотки [13]. Это можно объяснить меньшей молекулярной массой α-лактоальбумина (по сравнению с β-лактоглобулином и тем более иммунными глобулинами) и более компактным строением.

По органолептическим показателям “Коллаген pro 4402” является порошком от белого до светло-кремового цвета, рН не выше 7 и содержание коллагена 50 %. Как было определено йодометрическим методом, в состав технологического ингредиента входит также крахмал. Микробиологические показатели “Коллаген pro 4402” согласно данным производителя (ООО “Центр пищевых технологий”) представлены в таблице 2<sup>1</sup>.

Коллаген – основной белок соединительной ткани животных, для которого характерно высокое содержание глицина, низкое содержание серосодержащих аминокислот и отсутствие триптофана. Коллаген относится к тем немногим белкам животного происхождения, который содержит остатки нестандартных аминокислот: около 21 % от общего числа остатков приходится на 3-, 4-, 5-гидроксипролин [14].

**Таблица 2.** Микробиологические показатели “Коллаген pro 4402”

**Table 2.** Microbiological indices of the “Collagen pro 4402”

Показатель	Норма
Мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы в 1 г, не более	1×10 <sup>4</sup>
Бактерии группы кишечной палочки (колиформы), в 1 г	Не допускается
Патогенные микроорганизмы, в том числе рода <i>Salmonella</i> , в 25 г продукта	Не допускается

За основу определения количества коллагенсодержащего ингредиента для внесения в молочную сыворотку были взяты рекомендации производителя, которые используются для увеличения выхода творога и составляют 0,4 % и расширили диапазон с 0,3 до 0,5 %.

Количество кислой сыворотки рассчитывали по формуле:

$$K = \frac{1000 \times (K_6 - K_c)}{K_{kc} - K_6},$$

где K – количество кислой сыворотки; K<sub>6</sub> – необходимая для полной коагуляции кислотность сыворотки (30–35 °Т); K<sub>c</sub> – кислотность сыворотки-сырья, °Т; K<sub>kc</sub> – кислотность кислой сыворотки (не менее 150 °Т).

Продолжительность температурной обработки модельных образцов – (90±2) мин. Отличием от классической технологии получения альбуминной массы является дополнительное внесение “Коллаген pro 4402” в емкость для денатурации перед началом термической обработки. Подготовка коллагенсодержащего ингредиента предусматривает получение гидромодуля (добавка и молочная сыворотка в соотношении 1:12) и подогрев до температуры 60–65 °С при активном перемешивании. Выполнение вышеуказанных условий является необходимым в связи с низким индексом растворимости “Коллаген pro 4402” – 1,6 см<sup>3</sup> сырого осадка<sup>2</sup>.

Гидромодуль вносили в подсырную сыворотку с температурой 90–95 °С,

<sup>1</sup> ТУ У 15.8-33486312-001:2007 Комплексні харчові добавки: Колаген pro 2201-30; Колаген pro 3301-30; Колаген pro 4401-30; Колаген pro 5501-30; Колаген pro 6601-30; Колаген pro 7701-30.

<sup>2</sup> ГОСТ 30305.4-95 Продукты молочные сухие. Методики выполнения измерений индекса растворимости.

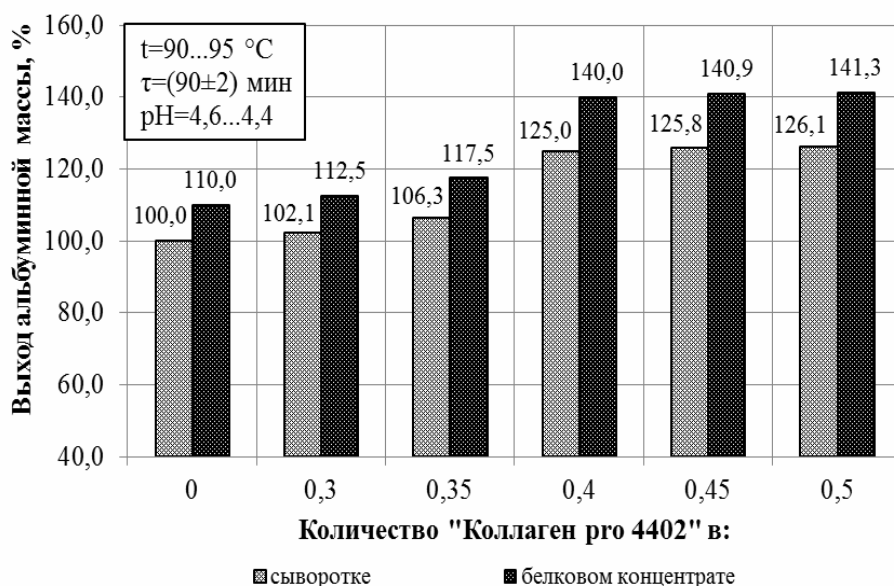
перемешивали и подвергали тепловой обработке в течении  $(90 \pm 2)$  мин для образования хлопьев белка. После окончания процесса денатурации подсырную сыворотку с белковой массой фильтровали и путем взвешивания определяли количественные показатели альбуминовой массы, как для контроля, так и образцов с различным количеством “Коллаген pro 4402”.

Следующим этапом работы являлась рационализация времени проведения процесса денатурации сывороточных белков с коллагенсодержащим ингредиентом. Из общего объема  $(4 \text{ дм}^3)$  молочной сыворотки после достижения оптимального рН 4,4–4,6 и температуры 90–95 °С каждые 5 мин извлекали максимальное количество образовавшейся альбуминовой массы одним и тем же способом.

Также была определена влагоудерживающая способность опытных образцов альбуминовых масс гравиметрическим методом Грау-Хамма в модификации А. А. Алексева [15]. Все измерения проводились в трех-пятикратном повторении.

### Результаты и их обсуждение

Изменение выхода альбуминовой массы в зависимости от количества “Коллаген pro 4402” представлено на рисунке 1. Контролем служили образцы альбуминовой массы, полученные по классической технологии без технологического ингредиента. При получении результатов были проведены корректировки масс альбумина в зависимости от вносимого количества сухих веществ коллагенсодержащего ингредиента.



**Рис. 1.** Изменение выхода альбуминовой массы в зависимости от количества “Коллаген pro 4402”

**Fig. 1.** Changes in albumin mass yield, depending on the quantity of the “Collagen pro 440”

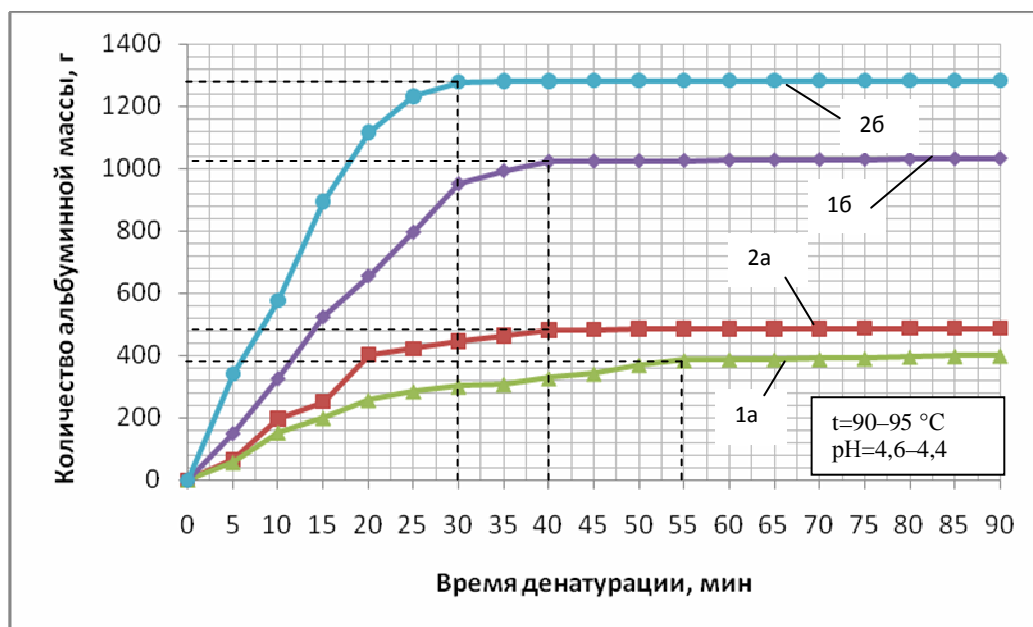
Согласно полученным результатам (рис. 1), введение в молочную сыворотку 0,4 % “Коллаген pro 4402” увеличивает выход альбуминовой массы из белкового концентрата и из сыворотки в среднем на 25 % при тех же условиях проведения термоденатурации. Это можно объяснить тем, что при кипячении тройной завиток структуры коллагена разрушается и субъединицы частично гидролизуются, а

продуктом этого является желатин. Развернутые цепи пептидов желатина присоединяют большое количество воды, в том числе и из водной оболочки сывороточных белков, что приводит к образованию гидратированных молекул. Это вызывает обезвоживание белковых молекул, снижение заряда и выпадение их в осадок.

Количество указанного выше коллагенсодержащего ингредиента 0,3–35 % в меньшей степени повышает выход альбумина, а внесение 0,45–0,5 % нерационально, поскольку

наблюдается увеличение выхода массы только на 0,8–1,1 % за одно и то же время денатурации.

На рисунке 2 представлена динамика накопления альбуминной массы в зависимости от продолжительности времени процесса.



**Рис. 2.** Динамика накопления альбуминной массы в зависимости от продолжительности денатурации белков: молочной сыворотки (1а) и белкового концентрата (1б); молочной сыворотки + “Коллаген про 4402” (2а) и белкового концентрата + “Коллаген про 4402” (2б)

**Fig. 2.** Dynamics of albumin mass accumulation depending on the duration of protein denaturation: milk whey (1a) and protein concentrate (1b); milk whey + “Collagen pro 4402” (2a) and protein concentrate + “Collagen pro 4402” (2b)

Для альбуминной массы с “Коллаген про 4402” эффективное время денатурации для сыворотки составляет  $(40 \pm 2)$  мин, белкового концентрата –  $(30 \pm 2)$  мин, а для контроля (без добавки) –  $(55 \pm 2)$  мин и  $(40 \pm 2)$  мин соответственно. Дальнейшую температурную обработку проводить нецелесообразно, т. к. выход продукта незначительный и составляет для сыворотки с “Коллаген про 4402” (2а) 4,9 г за оставшееся время денатурации  $(50 \pm 2)$  мин и для белкового концентрата с пищевой добавкой (2б) 3,2 г за  $(60 \pm 2)$  мин. Таким образом, продолжительность эффективной тепловой обработки образцов 2а и 2б с пищевой добавкой уменьшилась на  $(15 \pm 1)$  мин. В абсолютных значениях выход альбуминной массы сыворотки с “Коллаген про 4402” за  $(40 \pm 2)$  мин составил

480,25 г, а для белкового концентрата с этой же добавкой за  $(30 \pm 2)$  мин 1277,1 г.

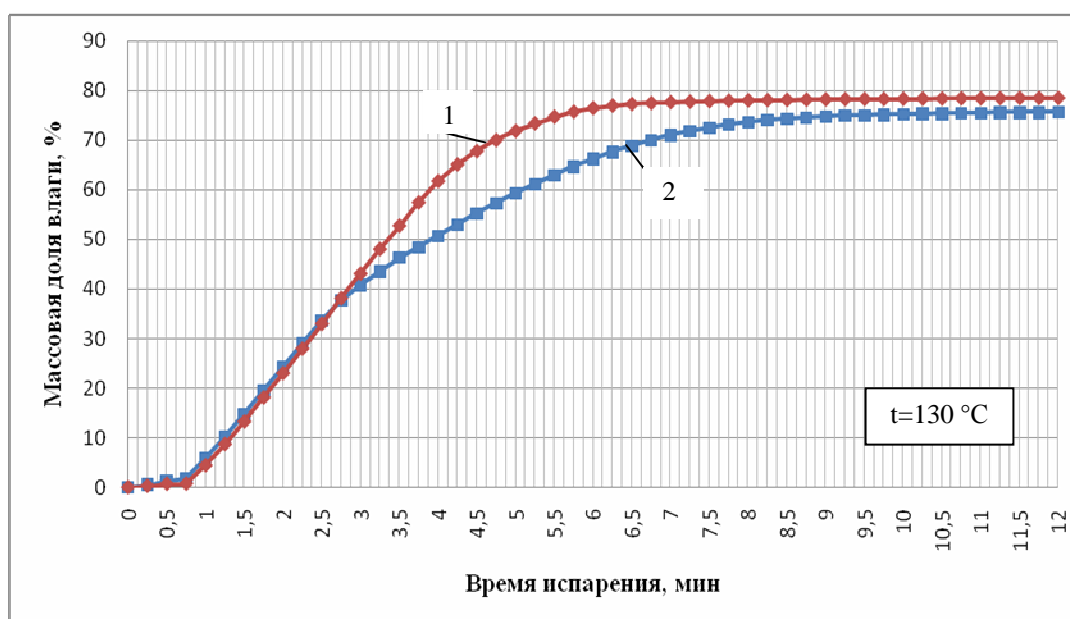
Массовая доля влаги в контроле –  $(78,5 \pm 1,5)$  %, в альбуминной массе с “Коллаген про 4402” –  $(75,9 \pm 0,8)$  %. Влагоудерживающая способность контрольного образца  $(39,7 \pm 2)$  %, исследуемого с “Коллаген про 4402” –  $(41,2 \pm 2,1)$  %.

Динамику испарения влаги с модельных образцов фиксировали на влагомере фирмы “Axis”. Результаты представлены на рисунке 3.

Согласно результатам измерений, извлечение основной части влаги (свободной) из образца альбуминной массы без коллагенсодержащего ингредиента происходит быстрее – за 6,0–6,5 мин, а с “Коллаген про 4402” – медленнее, и этот показатель находится в пределах 7,5–

8,0 мин. Молекула коллагена имеет два центра, взаимно противоположных по знаку заряда, вследствие чего в нем образуются солевые связи, стабилизирующие структуру. Под действием кислой сыворотки (рН 4,4–4,6) в коллагене возникает положительный избыточный заряд, и его структура в результате отталкивания одноименно заряженных групп разрыхляется за счет расширения фибрилл в полярных областях. В расширенные области поступает влага, и происходит набухание [16]. Что касается сывороточных белков, то при действии

температуры в кислой среде происходят необратимые реакции осаждения с потерей первоначальных свойств. Это сопровождается разворачиванием полипептидной цепи белка, которая в нативной белковой молекуле была свернута. В результате таких трансформаций цепей (при разрушении третичной и вторичной структур) на поверхность белковой молекулы выходят гидрофобные группы. При этом белок теряет растворимость, агрегирует и выпадает в осадок.

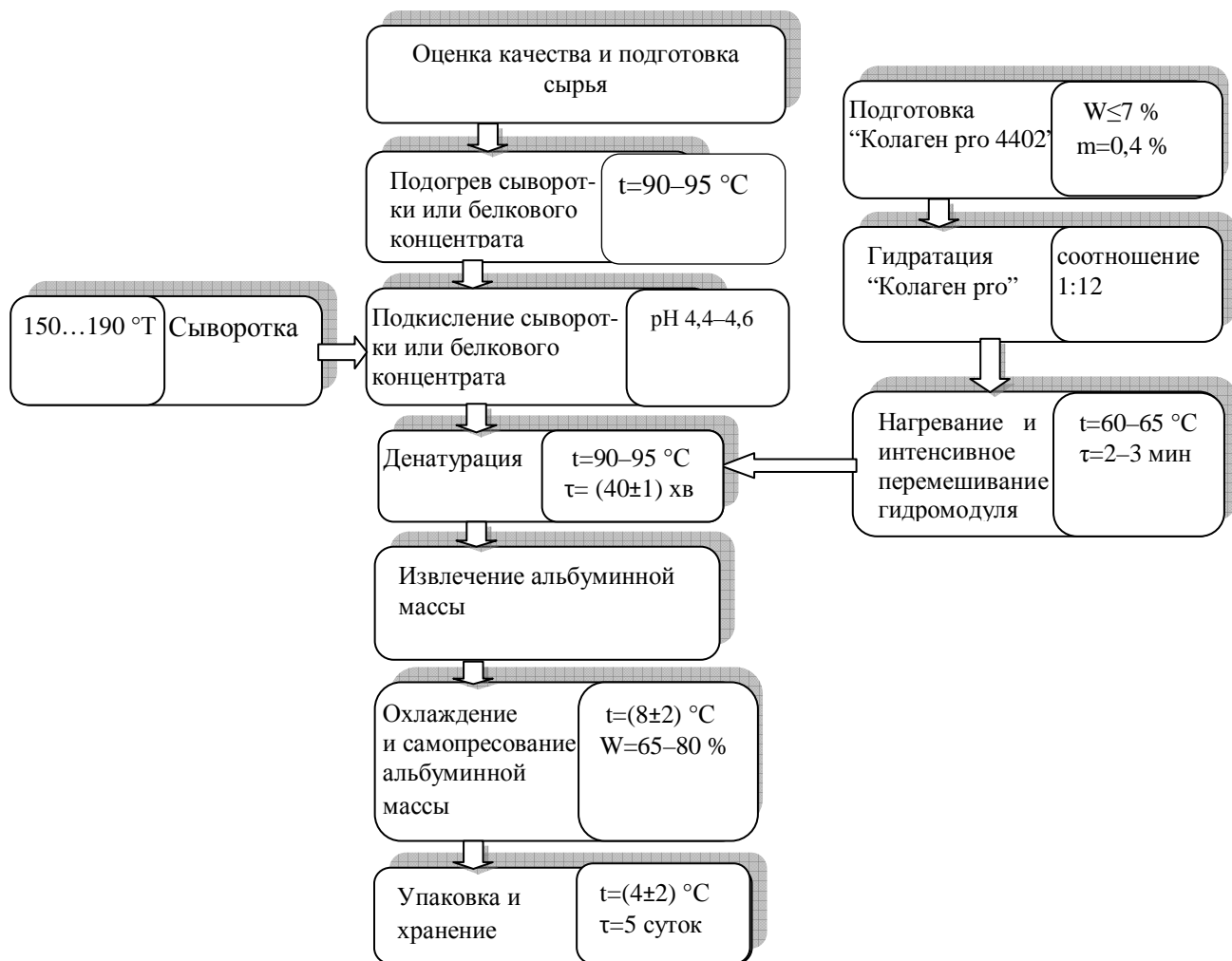


**Рис. 3.** Динамика испарения влаги из модельных образцов: 1 – альбуминовая масса (контроль), 2 – альбуминовая масса с “Коллаген про 4402”

**Fig. 3.** Dynamics of moisture evaporation from model samples: 1 – albumen mass (reference), 2 – albumin mass with “Collagen pro 4402”

Взаимодействие коллагена с альбуминами, еще на стадии денатурации, приводит к образованию конгломератов не отличающиеся прочностью связей, но вполне достаточных для интенсификации процесса денатурации по количественным показателям. Механизм взаимодействия сывороточных альбуминов с “Коллаген про 4402” в процессе денатурации требует дополнительного глубокого исследования.

Увеличенные количественные показатели выхода альбуминовой массы с использованием дополнительно технологического ингредиента коллагенной природы легли в основу совершенствования технологии получения альбуминовой массы. Технологическая схема получения альбуминовой массы с сыворотки представлена на рис. 4.



**Рис. 4.** Технологическая схема получения альбуминной массы с сыворотки  
**Fig. 4.** Flow chart of albumin mass production

### Выводы

1. С технологической точки зрения для повышения выхода альбуминной массы, оптимальное количество внесения предварительно подготовленного “Коллаген про 4402” составляет 0,4 % к массе сыворотки. Эффективное время денатурации при температуре 92–95 °C и pH 4,4–4,6 сокращается на (15±1) мин и составляет (40±2) мин и (30±2) мин (для белкового концентрата) соответственно. При этом альбуминная масса с технологическим ингредиентом коллагеновой природы имеет пониженное содержание влаги, повышенную влагоудерживающую способность по сравнению с контролем.
2. Использование “Коллаген про 4402” способствует решению технологических и сырьевых проблем, связанных с

необходимостью полного извлечения ценных сывороточных белков. Полученную альбуминную массу рекомендуется использовать, как молочно-белковую составляющую для творожных полуфабрикатов.

### Литература

1. Грек О. В., Поліщук Г. Є., Онопрійчук О. О. Технологія продуктів зі знежиреного молока, молочної сироватки і маслянки: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2010. 258 с.
2. Храмов А. Г. Доктрина инновационных технологий молочных продуктов – возможности реализации // Молочная промышленность. 2008. № 4. С. 64–67.
3. Храмов А. Г., Нестеренко П. Г., Храмов А. А., Бельмасова Е. В. Молочная сыворотка: переработка и использование // Сыроделие и маслоделие. 1999. № 2. С. 23–25.

4. Трухачев В. И., Молочников В. В., Орлова Т. А., Раманаускас Р. И., Морено В. В. Теория и практика переработки молока в замкнутом технологическом цикле. Ставрополь: АГРУС, 2012. 360 с.
5. Kessler H. G. Whey protein denaturation, aggregation and application // Brief Communications and Abstracts of Posters of XXV International Dairy Congress. 1998. P. 28.
6. Korhonen H., Pihlanto A. Bioactive peptides: Production and functionality // International Dairy Journal. 2006. Vol. 16. Iss. 9. P. 946–956.
7. Золоторева М. С., Володин Д. Н., Михнева Б. Л., Евдокимов И. Л., Чаблин Б. Б. Молочная сыворотка в технологии выработки цельномолочных продуктов // Переработка молока. 2010. № 5. С. 6–8.
8. Звягинцев В. И., Крашенинни П. Ф., Толкачев Л. Н. Некоторые данные о строении и свойствах белков молока // Прикладная химия и микробиология. 1972. Т. VIII, № 4. С. 449–463.
9. Хаертдинов Р. А., Гатауллин А. М., Алиулов И. Ф., Хаертдинов Р. Р. Изменения белков молочной сыворотки // Сыроделие и маслоделие. 2004. № 5. С. 43–44.
10. Волкова Т. А., Кравченко З. Ф. Альбуминная масса из подсырной сыворотки // Сыроделие и маслоделие. 2007. № 6. С. 42–43.
11. Храпцов А. Г., Нестеренко П. Г. Технология продуктов из молочной сыворотки / Учебное пособие. М.: ДеЛи принт, 2003. 768 с.
12. Харитонов В. Д. Создание молочно-белковых концентратов // Молочная промышленность. 1999. № 12. С. 33.
13. Остроумов Л. А., Разумникова И. С., Житова О. А., Бабич О. О., Фролов С. В. Иммуноглобулины молока // Молочная промышленность. 2008. № 3. С. 82–83.
14. Титов Е. И., Апраксина С. К., Митасева Л. В. К вопросу о перспективности использования коллагенсодержащего сырья в продуктах питания // Мясные технологии. 2006. № 5. С. 8–12.
15. Лабораторный практикум по технологии молока и молочных продуктов / Хамагаева И. С., Васильева Р. А., Лев Г. Б., Хамнаева Н. И., Романова А. В., Столярова А. С., Тумунова С. Б. Улан-Удэ.: Изд-во ВСГТУ, 2000. С. 47–48.
16. Рогов И. А., Антипова Л. В., Дунченко Н. И. Химия пищи / Учеб. пособие. М.: “КолосС”, 2007. 853 с.

Представлено к печати 2013-09

J. Grek, A. Timčuk

## PIENO IŠRŪGŲ BALTYMŲ DENATŪRAVIMO PROCESO INTENSIFIKAVIMAS

### Santrauka

Pateikti kompleksinio maisto priedo „Kolagen pro 4402“ panaudojimo gaminant albumino masę iš fermentinių sūrių gamybos metu gaunamų išrūgų ir išrūginių baltymų koncentrato (sausųjų medžiagų masės dalis (16±2) %), gauto eksperimentiniu ultrafiltracijos laboratoriniu įrenginiu, tyrimų rezultatai. Tyrimai parodė, kad, įterpus į pieno išrūgas 0,4 % kolageno turinčio ingrediento, apytikriai 25 % padidėja albumino masės iš išrūgų išeiga, lyginant su išeiga, gaunama tomis pačiomis sąlygomis taikant termorūgštinę denatūraciją. Efektyvi proceso trukmė išrūgoms su „Kolagen pro 4402“ sudaro (40±2) min, baltymų koncentratui – (30±2) min. Gravimetriniu Grau-Hamm metodu (A. Aleksejevo modifikacija) nustatytas bandomųjų albumino masės pavyzdžių su „Kolagen pro 4402“ vandens rišlumas – (41,2±2,1) %, kontrolinio pavyzdžio – (39,7±2) %.

Firmos „Axis“ drėgmėmačiu tirta bandomųjų pavyzdžių drėgmės kitimo dinamika. Didžiausios dalies drėgmės (laisvosios) garavimas iš albumino masės be turinčio kolageno ingrediento vyko greičiau – per 6,0–6,5 min, o su „Kolagen pro 4402“ – lėčiau (7,5–8,0 min).

Remiantis gautais rezultatais, patobulinta albumino masės gamybos technologija. „Kolagen pro 4402“ panaudojimas leidžia išspręsti technologijos ir žaliavų problemas, susijusias su būtinybe visiškai išskirti vertingus išrūgų baltymus. Gautą albumino masę rekomenduojama vartoti kaip pieno baltymų komponentą gaminant varškės pusfabrikačius.

**Raktažodžiai:** albumino masė, išrūginių baltymų koncentratas, „Kolagen pro 4402“, drėgmės garavimo dinamika, vandens rišlumas, technologinė schema.

E. Grek, A. Tymchuck

## INTENSIFICATION OF THE PROCESS OF WHEY PROTEIN DENATURATION IN MILK

### Summary

The results of the research on the use of the complex dietary supplement “Collagen pro 4402” in the process of albumin mass extraction from cheese whey and whey protein concentrate during the production (with a mass fraction of dry matter (16±2) %) obtained in the experimental ultrafiltration laboratory facility on the basis of fundamental scientific research laboratory of the National University of Food Technologies are shown. The dynamics of albumin mass accumulation depending on the amount of the “Collagen pro 4402” introduced at the temperature of whey ranging from 90 to 95 °C and the duration of the process for 90 minutes was analyzed. According to the obtained results, the introduction of a 0.4 % collagen-containing ingredient into milk whey increases the yield of albumin mass from whey on average by 25 % at the same conditions of thermal-acid denaturation. Effective process time for whey with



“Collagen pro 4402” is  $(40 \pm 2)$  minutes and for protein concentrate  $(30 \pm 2)$  min. Using the Grau Hamm gravimetric method in modified by A. A. Alekseev, the water-holding capacity of the albumin mass with the “Collagen pro 4402” test samples  $(41,2 \pm 2,1)$  % was determined. The comparable figure for the reference was  $(39.7 \pm 2.0)$  %.

By means of the moisture meter of the “Axis” company, the dynamics of the change of moisture in the test samples was investigated. The evaporation of the main part of moisture (free) from the albumin mass without collagen-containing ingredient is faster – by 6.0 to – 6.5 minutes, and with the “Collagen pro 4402”, it is slower and the figure varies from 7.5 to 8.0 minutes.

The results of the research obtained provided the basis for improving the technology of albumin mass production. The use of the “Collagen pro 4402” contributes to the solution of the technology and raw material related problems associated with the need to completely extract the valuable whey proteins. It is recommended to use albumin mass obtained as a milk-protein constituent of curd semi-finished products.

**Keywords:** albumin mass, whey protein concentrate, “Collagen pro 4402”, dynamics of moisture evaporation, water-holding capacity, flow chart.