

УДК 637.123.05(476)

Поступила в редакцию 01.02.2024
Received 01.02.2024Д.С. Лозовская¹, О.В. Дымар²¹Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь²Представительство АО «МЕГА», г. Минск, Республика Беларусь**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ МОЛОЗИВА**

Аннотация. Исследованы режимные параметры технологических операций термической, механической и баромембранной обработки молозива — пастеризации, замораживания, дефростации, сепарирования, гомогенизации, ультрафильтрации. По полученным результатам определены оптимальные для данного вида сырья параметры проведения указанных технологических операций в производственных условиях. Показано для сбора, хранения и доставки к месту переработки молозива применение замораживания. Определены режимы тепловой обработки молозива в зависимости от времени его получения. Установлены предельные концентрации солей-стабилизаторов для повышения порога коагуляции нетермостойкого молозива. Установлено, что для молозива необходимым является двукратное сепарирование, а также обоснованы режимы его гомогенизации. Доказано, что применение стандартных режимов мембранной обработки позволяет получить концентрат с повышенной массовой долей белка, являющийся перспективным сырьем для дальнейшей переработки.

Ключевые слова: молозиво, пастеризация, замораживание, дефростация, сепарирование, температура, давление, гомогенизация, пермеат, ретентат, концентрат, массовая доля жира, ультрафильтрация, сывороточные белки.

D. S. Lozovskaya¹, O. V. Dymar²¹Grodno state agrarian University, Grodno, Republic of Belarus²Representative of MEGA a.s. in Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus**TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THERMAL AND MECHANICAL
PROCESSING OF COLOSTRUM**

Abstract. The regime parameters of technological operations of thermal, mechanical and baromembrane processing of colostrum - pasteurization, freezing, defrosting, separation, homogenization, ultrafiltration - have been studied. Based on the results obtained, the optimal parameters for carrying out these technological operations in production conditions for this type of raw material were determined. Freezing is indicated for collection, storage and delivery to the place of colostrum processing. The modes of heat treatment of colostrum depending on the time of its receipt have been determined. Limit concentrations of stabilizer salts have been established to increase the coagulation threshold of non-heat-resistant colostrum. It has been established that double separation is necessary for colostrum, and the modes of its homogenization have also been substantiated. It has been proven that the use of standard membrane processing modes makes it possible to obtain a concentrate with an increased mass fraction of protein, which is a promising raw material for further processing.

Key words: colostrum, pasteurization, freezing, defrosting, separation, temperature, pressure, homogenization, permeate, retentate, concentrate, mass fraction of fat, ultrafiltration, whey proteins.

Введение. Актуальным направлением в современной пищевой индустрии является производство продуктов питания повышенной пищевой и биологической ценности. Особые перспективы в данном отношении имеет использование для их выпуска сырья, которое изначально содержит в себе незаменимые пищевые компоненты: полноценные белки, витамины, минеральные вещества и др. Невостребованным у переработчиков нашей страны видом

сырья, обладающим уникальным набором жизненно важных веществ, сегодня является коровье молозиво.

Молозиво представляет секрет молочной железы коровы, вырабатываемый в течение 2-7 дней после отела [1-11]. Оно содержит незаменимые и заменимые биологически активные и питательные вещества, такие как иммуноглобулины, лактоферрин, лизоцим, лактопероксидаза, богатые пролином полипептиды и факторы роста I и II, ростовые гормоны и др. Клинические исследования доказали, что молозиво оказывает противомикробное, антиоксидантное, иммуномодулирующее, противовоспалительное действие как на организм животного, так и человека [2, 4, 12].

Однако такой состав молозива обуславливает его отличные от обычного молока органолептические и физико-химические свойства, низкую термоустойчивость, что в свою очередь исключает возможность применения общепринятых режимов технологических операций для его переработки [13].

Исходя из вышеизложенного, целью исследований явилось изучение технологических аспектов термической и механической обработки молозива.

Для проведения исследований были поставлены следующие задачи:

- ♦ определение режимных параметров технологических операций термической обработки молозива;
- ♦ изучение способов повышения термоустойчивости молозива;
- ♦ изучение влияния замораживания молозива, как способа его промышленного накопления, и последующей дефростации на его термоустойчивость;
- ♦ определение режимных параметров операций механической обработки молозива: сепарирования, гомогенизации, ультрафильтрации.

Материалы и методы исследований. Определение режимных параметров технологических операций термической обработки молозива в течение начального периода лактации производили по средствам термической обработки (пастеризации) опытных образцов молозива, полученных от коров черно-пестрой породы УО СПК «Путришки» и СПК «Прогресс Вертелишки» осенне-зимнего периода содержания, собранных спустя 1, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 часов после отела. Эффективность пастеризации определяли по пробе на пероксидазу и лактоальбуминовой пробе — по ГОСТ 3623-73. В исследуемых пробах были определены следующие показатели:

- ♦ титруемая кислотность, °Т — по ГОСТ 3624;
- ♦ активная кислотность (рН) — по ГОСТ 26781-85;
- ♦ массовая доля жира, % — по ГОСТ 5867-90, п.2;
- ♦ массовая доля общего белка, % — согласно СТБ ISO 8968-1-2008;
- ♦ по плотность, г/см³ — по ГОСТ 3625-84.

Исследование возможности стабилизации солевого равновесия молозива проводили для образцов молозива, не выдержавших теплового воздействия, с использованием солей-стабилизаторов — калия фосфорнокислого и натрия лимоннокислого, а также их смеси (каждой солью в отдельности и смесью указанных солей).

Для изучения влияния замораживания и последующей дефростации на термостойкость молозива опытные образцы, полученные от коров черно-пестрой породы УО СПК «Путришки» и СПК «Прогресс Вертелишки» осенне-зимнего периода содержания, собранные спустя 1, 4, 8, 12, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168 часов после отела, были заморожены до достижения ими температуры минус $(16 \pm 2)^\circ\text{C}$ и хранились при указанном режиме на протяжении семи дней. После этого они были разморожены согласно методике дефростации, заключающейся в постепенном нагреве опытных образцов на водяной бане до температуры плюс 40°C , при которой максимально сохраняются чувствительные белки иммуноглобулина, в течение от 40 до 90 минут. По окончании процесса исследуемые образцы были подвергнуты термической обработке — пастеризации.

С целью определения режимных параметров технологических операций механической и баромембранной обработки был осуществлен забор образцов сборного колоострума весенне-летнего периода содержания от коров черно-пестрой породы УО СПК «Путришки» в период с 1 до 168 часов после отела.

Отобранные образцы были исследованы по трем основным направлениям:

- ♦ определение режимных параметров сепарирования с использованием сепаратора «Мотор-СИЧ-100» на базе УО «Гродненский государственный аграрный университет» (рис. 1);
- ♦ изучение режимных параметров гомогенизации — на автоматическом лабораторном гомогенизаторе марки «FBI» (рис. 3);

♦ изучение процесса ультрафильтрации молозива на лабораторной ультрафильтрационной установке Я23-ОУФ на базе РУП «Институт мясо-молочной промышленности» с использованием рулонного мембранного элемента (производства ГНУ «ИФОХ НАН Беларуси») Пан-20, селективной проницаемостью 20 кДа (рис. 2).

В исследуемых пробах и полученных фракциях на протяжении всего периода исследований определялись следующие показатели:

- ♦ титруемая кислотность, °Т — по ГОСТ 3624;
- ♦ активная кислотность (рН) — по ГОСТ 26781-85;
- ♦ массовая доля сухих веществ, % — по ГОСТ 3626-76, п.3;
- ♦ массовая доля жира, % — по ГОСТ 5867-90, п.2;
- ♦ массовая доля лактозы, % — по МВИ.МН 4475-2012;
- ♦ массовая доля общего белка, % — согласно СТБ ISO 8968-1-2008;
- ♦ массовая доля сывороточных белков, % — по ГОСТ Р 54756-2011;
- ♦ массовая доля казеина, % — по ISO 17997-1:2004;
- ♦ массовая доля небелкового азота, % — согласно «Состав и свойства молока, как сырья для молочной промышленности»;
- ♦ массовая доля золы, % — по МВИ.МН 5155-2015, ГОСТ 15113.8-77.



Рис. 1. Сепаратор марки «Мотор-СИЧ-100»
Fig. 1. Brand separator "Motor-SICH-100"



Рис. 2. Лабораторная ультрафильтрационная установка Я23-ОУФ
Fig. 2. Laboratory ultrafiltration unit Ya23-OUF



Рис. 3. Лабораторный гомогенизатор марки «FBI»
Fig. 3. Laboratory homogenizer brand "FBI"

Результаты исследований и их обсуждение. Изучение технологических особенностей пастеризации молозива заключалось в последовательной тепловой обработке отобранных образцов. В ходе проведения экспериментов регистрировалась температура начала коагуляции (свертывания молозива, образование единичных крупинок белка) и массовой коагуляции. После пастеризации все образцы, выдержавшие температурное воздействие ($\geq 85^\circ\text{C}$ в течение ≥ 5 мин.), были проверены на эффективность пастеризации — по пробе на пероксидазу и лактоальбуминовой пробе. Результаты исследований динамики термоустойчивости и сопутствующих ей физико-химических показателей молозива приведены в табл. 1.

Анализ данных показывает, что образцы молозива, собранные в период с 1-24 часов после отела, являются нетермоустойчивыми, так как не выдерживают температурного воздействия свыше 85°C и коагулируют в температурном интервале от $58,3 \pm 3,8^\circ\text{C}$ до $72,7 \pm 2,3^\circ\text{C}$. Это обусловлено повышенной массовой долей белков, в частности, термолабильных сывороточных фракций. При этом установлена зависимость между концентрацией белков в молозиве и температурой коагуляции: чем выше массовая доля белка, тем ниже порог коагуляции. В образцах, отобранных в последующие часы, наблюдается постепенный рост температурного порога коагуляции, и уже в образцах, полученных спустя 72 часа после отела, данный показатель практически соответствует таковому в зрелом молоке и составляет $92,7 \pm 2,3^\circ\text{C}$. Молозиво, полученное через 96-168 часов после отела, выдерживает термическую обработку свыше 85°C в течение более 5 мин.

Проведенные пробы на эффективность пастеризации показывают, что указанный режим обработки достаточен для получения пастеризованного продукта, пригодного для дальнейшей технологической обработки.

Образцы молозива, собранные в период с 1 по 24 часа после отела и не выдержавшие указанного температурного воздействия, были подвергнуты стабилизации с помощью солей-стабилизаторов — калия фосфорно-кислого (KH_2PO_4) и натрия лимонно-кислого ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$). Обработка проводилась каждой солью в отдельности и их смесью, после чего была проведена их термическая обработка по указанной выше схеме.

В молозиво, полученное в течение 1, 4, 8 и 12 часов после отела, последовательно были введены указанные выше соли-стабилизаторы в концентрациях 5,5, 12, 17, 22 мас. % к белку. Видимый результат показало внесение в молозиво, собранное спустя 1 час после отела, солей в количестве 22 мас. % — порог коагуляции при нагревании увеличился с $58,33 \pm 3,76^\circ\text{C}$ до $71,3 \pm 2,25^\circ\text{C}$, однако температурное воздействие свыше 85°C данная группа образцов не выдержала. Введение большей концентрации солей считаем нецелесообразным.

Аналогичные результаты были получены при стабилизации образцов, собранных через 4, 8, 12 часов после отела. При стабилизации образцов, полученных спустя 24 часа после отела указанными солями в концентрации 5,5 мас. %, были получены следующие результаты: нагревание до 68°C в течение 5 мин. — нет видимых изменений; 75°C в течение 1 мин. — незначительное загустевание; $76-79^\circ\text{C}$ — уплотнение структуры; 80°C в течение 2 мин. — массовая коагуляция. После внесения каждой из солей и их смеси в концентрации 12 мас. % были получены следующие результаты: нагревание от 65 до 85°C привело к незначительному загустеванию без образования видимых хлопьев; выдержка при 85°C в течение 5 мин. не привела к массовой коагуляции, однако структура молозива была достаточно вязкой. Дальнейшее увеличение концентрации солей видимых изменений не принесло, в связи с чем, увеличение дозировки вносимых солей считаем нецелесообразным.

Сравнительная оценка термоустойчивости замороженных и сырых образцов молозива в течение начального периода лактации, приведенная на рисунке 4, дает основания сделать вывод, что порог коагуляции замороженных образцов практически полностью соответствует данному показателю у незамороженных. При этом наблюдается незначительный рост данного показателя у замороженных образцов: так, температура коагуляции замороженного молозива, полученного в течение 1 часа после отела, составила $66,8^\circ\text{C}$ против $65,3^\circ\text{C}$ в сыром молозиве. Образцы, полученные спустя 96-168 часов после отела, как замороженные, так и сырые, выдерживали температурную обработку свыше 100°C . Лактоальбуминовая проба и проба на пероксидазу подтвердили эффективность пастеризации замороженных образцов.

При определении оптимальных параметров центробежного разделения молозива — сепарирования — было изучено влияние температуры на эффективность обезжиривания. Сборное молозиво, собранное в период с 1 до 168 часов после отела, было просепарировано при следующих температурных режимах: 35°C , 45°C , 55°C . Результаты анализа сборного молозива и полученных фракций по физико-химическим показателям приведены в табл. 2.

Таблица 1. Динамика физико-химических показателей и термоустойчивости молозива в течение начального периода лактации
Table 1. Dynamics of physicochemical parameters and thermal stability of colostrum during the initial period of lactation

Наименование показателя	Время после отела, ч											Конт-рольный образец
	1	4	8	12	24	48	72	96	120	144	168	
Массовая доля жира, %	7,42±0,48	6,96±0,69	6,21±0,58	5,47±0,21	5,35±1,29	4,93±0,13	4,52±0,79	3,67±0,14	3,65±0,84	3,86±0,16	3,71±0,22	3,54±0,92
Массовая доля белка, %	18,95±0,74	14,92±0,34	11,08±0,39	8,86±0,52	6,17±0,49	4,88±0,28	4,72±0,54	4,69±0,87	4,42±0,63	4,39±0,78	4,02±1,21	3,29±0,46
Кислотность, °Т	58,61±0,79	52,15±3,23	47,23±2,17	43,68±1,44	41,67±1,69	33,71±1,27	24,3±1,21	22,46±0,88	21,00±0,54	20,38±0,63	18,84±0,76	17,95±0,85
рН	6,16±0,09	6,13±0,03	6,21±0,02	6,26±0,02	6,28±0,03	6,41±0,03	6,31±0,07	6,50±0,04	6,53±0,06	6,66±0,05	6,71±0,04	6,79±0,04
Плотность, г/см³	1,054±0,32	1,050±0,42	1,046±0,33	1,039±0,07	1,036±0,06	1,030±0,02	1,029±0,07	1,027±0,06	1,029±0,07	1,028±0,06	1,028±0,05	1028,0 ±0,03
Температура начала коагуляции, °С	58,33±3,76	58,46±2,98	62,13±3,21	65,84±1,48	72,67±2,33	74,65±0,58	91,00±4,0	-	-	-	-	-
Температура коагуляции, °С	65,33±1,45	66,15±1,87	69,54±2,04	73,04±0,98	76,67±2,27	89,33±0,33	92,67±2,33	>95	>95	>95	>95	>95
Время выдержки, мин.	-	-	-	-	-	≥5,0	≥5,0	≥5,0	≥5,0	≥5,0	≥5,0	≥5,0
Проба на пероксидазу	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Лактоальбуминовая проба	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+

Примечание — «+» — пастеризация эффективна; «-» — не выдержало нагревания свыше 85 °С.

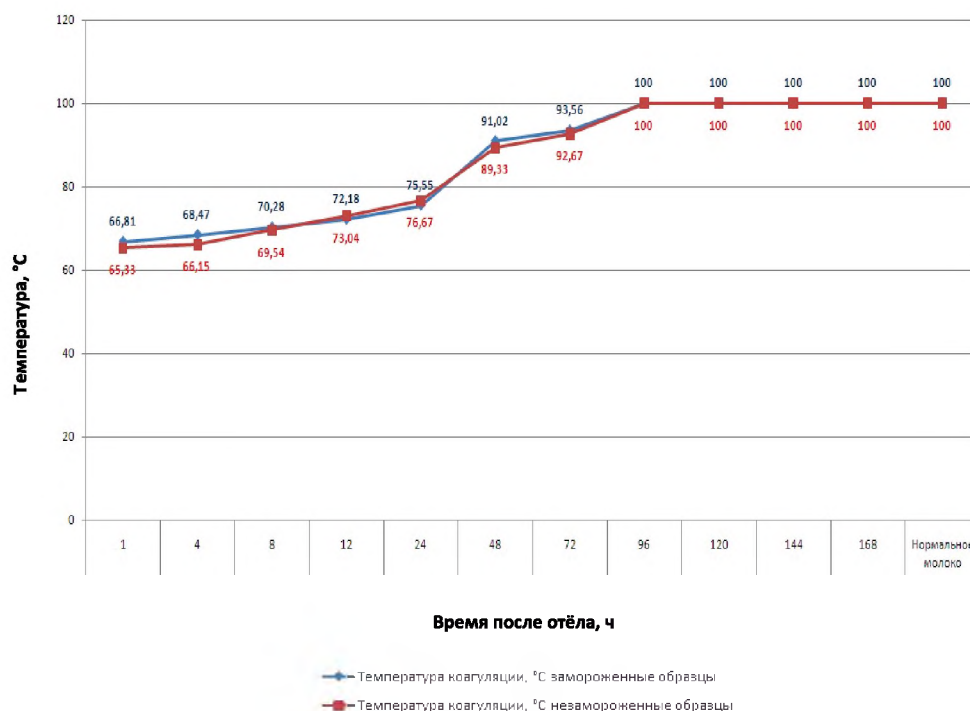


Рис. 4. Изменение термоустойчивости замороженных и сырых образцов молозива в течение начального периода лактации в сравнительном аспекте

Fig. 4. Changes in thermal stability of frozen and raw colostrum samples during the initial period of lactation in a comparative aspect

Таблица 2. Физико-химические показатели исследуемых образцов до и после первого сепарирования

Table 2. Physico-chemical parameters of the studied samples before and after the first separation

Наименование показателей	Физико-химические показатели						
	молозиво сборное (1-168 ч)	сливки мо­лозивные			обезжиренная фракция		
		35 °C	45 °C	55 °C	35 °C	45 °C	55 C
Массовая доля сухих веществ, %	18,64±0,17	34,89±0,43	38,41±0,64	39,08±0,38	15,22±0,17	14,88±0,05	14,81±0,04
Массовая доля общего белка, %	8,76±0,01	6,89±0,08	6,53±0,06	6,28±0,08	9,21±0,04	9,36±0,05	9,32±0,06
Массовая доля сывороточных белков, %	3,58±0,04	2,59±0,03	2,42±0,04	2,38±0,02	3,82±0,04	3,93±0,02	3,91±0,03
Массовая доля лактозы, %	2,35±0,2	1,60±0,21	1,56±0,18	1,49±0,26	2,52±0,2	2,56±0,13	2,61±0,4
Массовая доля жира, %	5,21±0,33	24,0±0,52	28,5±0,34	30,0±0,48	1,33±0,06	0,76±0,05	0,68±0,04
Кислотность, °T	27,5±1,04	25,67±0,33	23,52±0,27	21,74±0,38	32,87±0,59	35,28±0,16	36,03±0,11
pH	6,55±0,07	6,30±0,02	6,57±0,04	6,87±0,01	6,34±0,01	6,28±0,02	6,19±0,02

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при исследуемых тепловых режимах сепарирования в ходе однократного проведения процесса добиться удовлетворительного обезжиривания не удастся. При температуре 35°C остаточная массовая доля жира в обезжиренной фракции составила 1,33±0,06 %, при 45°C — 0,76±0,05 %, при 55°C — 0,68±0,04 % при требуемой согласно принятым нормам на обезжиренное молоко ≤0,5 % [14]. Это связано, по нашему мнению, с повышенной массовой долей белка и жира исходного сырья, высокой вязкостью жировой эмульсии в молозиве. Действие этих факторов в комплексе затрудняет процесс центробежного разделения. В связи с тем, что полученные образцы со-

держали повышенную массовую долю жира в сравнении с допустимым показателем для обезжиренного молока из цельного молока, все обезжиренные фракции были повторно подвергнуты сепарированию. В полученных обезжиренных фракциях повторно была определена массовая доля жира.

Результаты анализов показали, что повторное сепарирование молозива при 35 °С позволило достичь остаточной массовой доли жира в 0,52±0,51 %, при 45 °С и 55 °С наблюдалось практически полное отсутствие жира в обезжиренной фракции: 0,03±0,68 % и 0,01±0,47 %. Однако вторичное сепарирование при 55 °С сопровождалось излишним вспениванием обезжиренной и жировой фракций, что в значительной степени затрудняет их дальнейшую технологическую обработку. Таким образом, установлено, что для сепарирования молозива целесообразно применять двукратную центробежную обработку при температуре не ниже 45 °С.

Определение оптимальных параметров (температура и давление) процесса гомогенизации молозива проводили путем измерения эффективности гомогенизации в исследуемых обработанных пробах методом отстаивания жира. Сущность метода заключается в выдерживании гомогенизированных образцов объемом 250 см³ в течение 48 часов при температуре 6–8 °С.

По истечении указанного времени содержимое цилиндра разделяют на два слоя и в каждом из них определяют массовую долю жира, после чего определяют эффективность гомогенизации в % расчетным путем по формуле:

$$C = \frac{Ж_{в} - Ж_{н}}{Ж_{в}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $Ж_{в}$ — массовая доля жира в верхнем слое эмульсии, %; $Ж_{н}$ — массовая доля жира в нижнем слое эмульсии, %;

Полученные значения эффективности гомогенизации при различных величинах давления и температуры приведены в табл. 3.

Таблица 3. Значение показателя эффективности гомогенизации (%)
при различных величинах температуры и давления
Table 3. Value of the homogenization efficiency indicator (%)
at various temperatures and pressures

Давление, МПа	Температура, °С				
	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0
6,0	51,0	49,0	46,2	47,9	47,4
8,5	39,2	36,3	28,9	31,0	32,4
11,0	28,2	23,1	14,2	19,3	22,2
13,5	24,0	16,4	9,4	12,8	15,5
16,0	24,2	16,8	9,6	11,9	15,1
18,5	25,7	17,4	10,7	12,8	16,3
21,0	26,4	18,7	10,8	13,9	16,4

Графическая зависимость показателя эффективности гомогенизации от температуры и давления отражена на рис. 5.

Данные, приведенные в табл. 3 и на рис. 5, показывают, что получение стабильной в течение 48 часов и более жировой фазой с эффективностью гомогенизации 9,4% и 9,6% (при требуемой не более 10%) обеспечивается при температуре 50 °С и давлении соответственно 13,5 МПа и 16 МПа, что также отчетливо видно на диаграмме — синяя область, расположенная ниже остальных за границей в 10%. При более высоких и низких значениях параметров процесса эффективность гомогенизации значительно превышает установленную норму. Из табл. 3 видно, что в целом наилучшие результаты, наиболее приближенные к норме, достигаются при температуре 50 °С, что позволяет установить для нее неширокий диапазон варьирования — ±2 °С. Для показателя давления гомогенизации наиболее рациональным является установление допустимого интервала — 13,5–16 МПа.

Проведенные ранее исследования аминокислотного состава молозива позволили установить, что наибольшую значимость с позиций биологической ценности состава белков представляет собой колострум, собранный в период с 1 до 72 часов после отела включительно. В связи с этим, для проведения исследований по выделению белкового компонента было использовано молозиво, полученное именно в этот временной промежуток лактационного

периода. Перед проведением процесса ультрафильтрации исходное сборное молозиво подвергли сепарированию с целью предупреждения снижения скорости фильтрации по причине накопления жировой фазы на поверхности мембран. Обезжиривание проводилось с использованием ранее установленных режимов сепарирования — при температуре 45°C. Внешний вид полученных при ультрафильтрации молозива фракций схож с таковыми для цельного молока — желтый фильтрат и насыщенный белый с желтым оттенком концентрат (рис. 6).

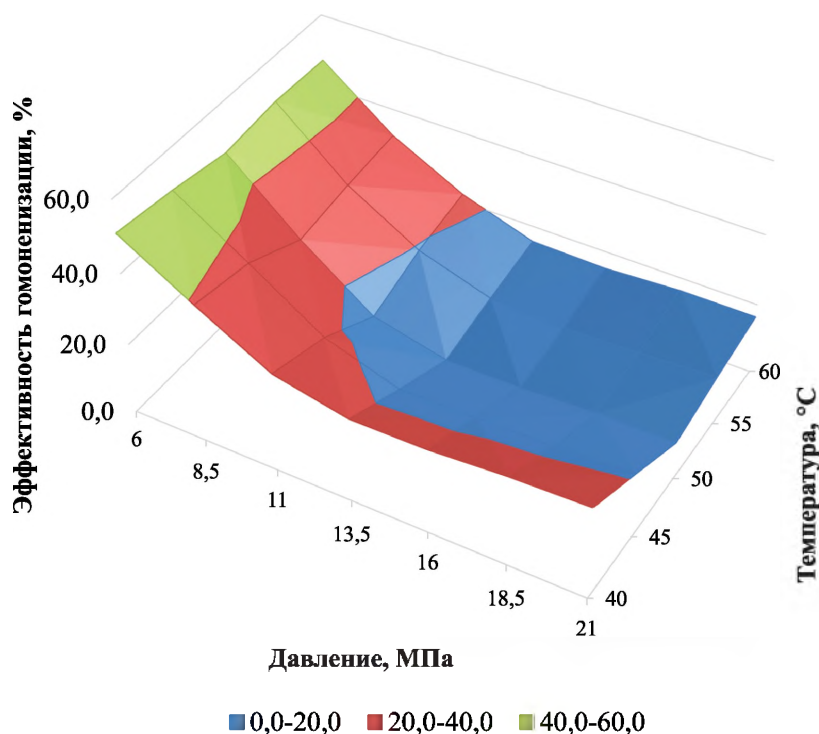


Рис. 5. Зависимость показателя эффективности гомогенизации от температуры и давления
Fig. 5. Dependence of homogenization efficiency indicator on temperature and pressure

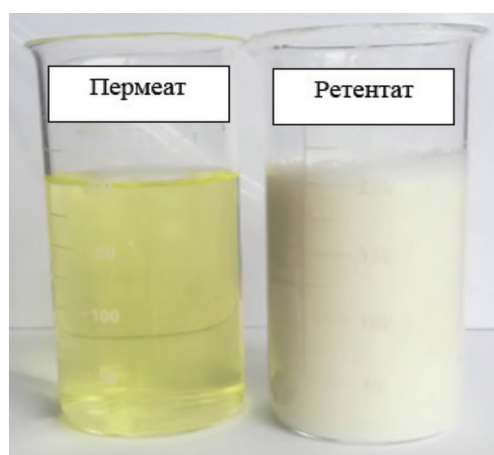


Рис. 6. Полученные при ультрафильтрации молозива фракции
Fig. 6. Fractions obtained by ultrafiltration of colostrum

В ходе проведения концентрирования регистрировались основные технологические характеристики процесса ультрафильтрации: временные границы точек контроля, температура, давление, продолжительность сбора средней пробы фильтрата. Данные по проведению процесса ультрафильтрации приведены в табл. 4.

Таблица 4. Параметры процесса ультрафильтрации молозива
Table 4. Colostrum ultrafiltration process parameters

№ эксперимента	Температура, °С	Давление, МПа	Фиксируемый объем фильтрата, мл	Время сбора фиксируемого объема, с	Скорость фильтрации, мл/с
Эксперимент 1	35,9	0,2	250	75	3,33
Эксперимент 2	36,5	0,2		85	2,94
Эксперимент 3	37,6	0,2		103	2,42
Эксперимент 4	38,5	0,2		109	2,29
Эксперимент 5	39,8	0,1		173	1,44
Среднее значение	37,7	0,18		—	2,48

Анализ данных, приведенных в табл. 4, свидетельствует о том, что процесс протекал при постоянном давлении 0,2 МПа со снижением к концу фильтрации до 0,1 МПа, средняя температура составила 37,7 °С. Установление более высоких значений температуры считали нецелесообразным с целью сохранения белковой составляющей исходного обезжиренного молозива.

Изменение скорости процесса носило линейный характер в сторону постепенного снижения от 3,33 мл/с до 1,44 мл/с, среднее значение составило 2,48 мл/с. Снижение скорости фильтрации обусловлено накоплением гелевого слоя на поверхности мембран, который приводит к уменьшению их производительности.

В начале исследований и по завершению процесса осуществили определение масс и основных физико-химических показателей исходного сырья и продуктов фильтрации, отражающих сущность концентрирования, которые приведены в табл. 5.

Таблица 5. Физико-химические показатели сборного молозива-сырья, полученного в период с 1-72 часов после отела, и продуктов мембранной фильтрации

Table 5. Physico-chemical parameters of collected colostrum raw materials obtained in the period from 1-72 hours after calving, and membrane filtration products

Наименование показателей	Физико-химические показатели молозива				Фактор концентрирования
	молозиво		продукты ультрафильтрации		
	сборное	обезжиренное	фильтрат	концентрат	
Масса, кг	22,4	19,68	13,04	6,7	2,94
Массовая доля сухих веществ, %	19,2	12,8	4,41	29,1	2,27
Массовая доля общего белка, %	9,87	10,1	0,81	25,19	2,49
Массовая доля казеина, %	5,84	5,98	0,14	15,7	2,63
Массовая доля сывороточных белков, %	3,87	4,02	0,58	9,92	2,47
Массовая доля небелкового азота, %	0,045	0,038	0,031	0,049	1,29
Массовая доля жира %	5,12	0,03	0	0,1	3,33
Массовая доля лактозы, %	2,41	2,52	2,38	2,72	1,08
Массовая доля золы, %	1,1	1,12	1,11	1,16	1,04
Кислотность, °Т	28	32	16	59	—

Анализ данных табл. 5 показывает, что процесс ультрафильтрации сборного молозива позволяет получить концентрат с массовой долей сухих веществ 29,1% и общего белка 25,19 %. При этом массовая доля сывороточных белков возрастает с 4,02 % до 9,92 %, т.е. фактор концентрирования по сывороточному белку составляет 2,47. Фактор концентрирования по общему белку — 2,49.

Заключение. Молозиво, собранное с 1 до 48 часов, не выдерживает стандартного режима пастеризации $72 \pm 2^\circ\text{C}$ с выдержкой 15-20 с. Внесение солей-стабилизаторов позволяет обеспечить термостабильность молозива, полученного после 24 часов после отела, при этом технологически обусловленной является дозировка до 12 мас. % от содержания белка в сырье. Молозиво, полученное в период 48-72 часа после отела, при необходимости термической обработки должно быть термостабилизировано внесением солей-стабилизаторов. Стабилизация образцов молозива, полученного в течение 24 часов после отела, нецелесообразна ввиду отсутствия видимого эффекта. Для целей обеспечения микробиологической чистоты этого молозива-сырья следует применять механические методы снижения бактериальной обсемененности (центри-

фугирование и баромембранную очистку). Молозиво, полученное через 72 часа после отела, может быть пастеризовано при режимах, характерных для нормального молока.

Замораживание молозива для хранения и последующая дефростация практически не влияют на его термоустойчивость, что позволяет рекомендовать заморозку для его хранения и доставки к месту переработки.

Молозиво, обладая высокой естественной вязкостью, должно сепарироваться при высоких температурах, однако, с учетом его низкой термостойкости и вспениваемости показано, что технологически обоснованной является температура не ниже 45 °С с последующим повторным сепарированием обезжиренной фракции.

Рациональным режимом гомогенизации молозива является температура 50±2 °С и давление гомогенизации в интервале 13,5–16 МПа. Баромембранная обработка (ультрафильтрация) молозива позволяет получить концентрат с повышенной массовой долей белка. При этом массовая доля сывороточных белков — одного из наиболее значимых компонентов молозива — возрастает в 2,47 раза.

Список использованных источников

1. Горбатова, К. К. *Химия и физика молока* : учебник / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2012. — 336 с.
2. Levieux D, Ollier A (1999) Bovine immunoglobulin G, beta-lactoglobulin, alpha-lactalbumin and serum albumin in colostrum and milk during the early post-partum period. *J Dairy Res* 66: 421–430.
3. Nakamura T, Kawase H, Kimura K, Watanabe Y, Ohtani M (2003) Concentrations of sialyloligosaccharides in bovine colostrum and milk during the prepartum and early lactation. *J Dairy Sci* 86: 1315–1320.
4. Godhia ML, Patel N (2013) Colostrum — its composition, benefits as a nutraceutical: a review. *Curr Res Nutr Food Sci* 1: 37–47.
5. Playford RJ, MacDonald CE, Johnson WS (2000) Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. *Am J Clin Nutr* 72:5– 14.
6. Foley JA, Otterby DE (1978) Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum. *J Dairy Sci* 61: 1033–1060.
7. Gopal PK, Gill HS (2000) Oligosaccharides and glycoconjugates in bovine milk and colostrum. *British J Nutr* 84: 69–74.
8. Davis PF, Greenhill NS, Rowan AM, Schollum LM (2007) The safety of New Zealand bovine colostrum: nutritional and physiological evaluation in rats. *Food Chem Toxicol* 45: 229–236.
9. Zhang LY, Wang JQ, Yang YX, Bu DP, Li SS, Zhou LY (2011) Comparative proteomic analysis of changes in the bovine whey proteome during the transition from colostrum to milk. *Asian Aus J Anim Sci* 24: 272– 278.
10. Zarcula S, Cernescu H, Mircu C, Tulcan C, Morvay A, Baul S, Popovici D (2010) Influence of breed, parity and food intake on chemical composition of first colostrum in cow. *Anim Sci Biotech* 43:154–157.
11. Georgiev P (2008) Differences in chemical composition between cow colostrum and milk. *Bul J Vet Med* 11: 3–12.
12. Das A, Seth R, Sharma D and V (2013) Evaluation of physico-chemical properties of colostrum supplemented dahi. *Dairy Chemistry Division, NDRI, Karnal*: 40–44.
13. Лозовская, Д.С. Технологические свойства молозива/ Д.С. Лозовская, О.В. Дымар. // *Молочная промышленность*. — 2022. — №1. — С. 55–57.
14. Молоко обезжиренное — сырье. Технические условия : СТБ 2263-2016. — Введ. 29.12.16 (с отменой на территории СТБ 2263-2012). — Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2016. — 7 с.

Информация об авторах

Дымар Олег Викторович, доктор технических наук, профессор, технический директор представительства АО «МЕГА» в Республике Беларусь (ул. Мележа, 220113, д. 5/2, пом. 1201, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: dymarov@tut.by

Лозовская Диана Сергеевна, старший преподаватель кафедры технологии хранения и переработки животного сырья учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет» (ул. Терешковой, 28, 230008, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: diana.lozovskaya.89@mail.ru

Information about authors

Dymar Oleg Viktorovich, Doctor of technical sciences, Professor, Technical director of the representative office of MEGA a.s. in the Republic of Belarus (5/2, Melezha str., room 1201, 220113, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: dymarov@tut.by

Lozovskaya Diana Sergeevna, senior lecturer of the department of storage and processing of animal raw materials Educational Establishment «Grodno State Agrarian University» (28, Tereshkova str., 230008, Grodno, Republic of Belarus).

E-mail: diana.lozovskaya.89@mail.ru