

УДК 637.123.05(476)

Д.С. Лозовская<sup>1</sup>, О.В. Дымар<sup>2</sup>, к.т.н., доцент

<sup>1</sup>УО «Гродненский государственный аграрный университет», Гродно, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

## ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МОЛОЗИВА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

(Поступила в редакцию 25 апреля 2016 г.)

*Проведен обзор отечественных и зарубежных литературных источников, посвященных исследованию состава, физико-химических и технологических свойств молозива как сырья для молочной промышленности. Рассмотрены вопросы, связанные с оптимальными способами резервирования молозива, коррекцией его химического состава с целью стабилизации технологических свойств, а также проанализированы существующие технологические схемы переработки данного вида молочного сырья.*

**Ключевые слова:** молозиво, кислотность, плотность, термоустойчивость, сычужная свертываемость, иммуноглобулины, коагуляция, казеин, сывороточные белки.

*"Я полагаю, что продукты на основе колострума, без всякого сомнения, являются величайшим открытием нашего столетия. Модулирование иммунной системы будет первичным путём оздоровления в будущем. Этот продукт действует на иммунную систему как никакой другой. Каждый нуждается в потреблении этого продукта"*

*Rob Robertson M. D.*

**Введение.** Производство качественных продуктов питания является приоритетной задачей, стоящей перед всей пищевой промышленностью. Однако современное состояние здоровья населения характеризуется рядом негативных тенденций: увеличилось количество сердечно-сосудистых заболеваний, резко снизилась резистентность организма человека к инфекционным заболеваниям, возросло число раковых заболеваний не только среди лиц среднего возраста, но и наблюдается увеличение частоты их возникновения у молодых людей. Таким образом перед производителями стоит задача не только создать высококачественные продукты питания, но и продукты нового поколения, которые бы помогли в значительной степени оздоровить население и предупредить развитие различных заболеваний.

Известно, что качество и свойства пищевых продуктов в наибольшей степени зависят от состава и свойств сырья, из которого они вырабатываются. Современная молочная промышленность в настоящее время находится в состоянии поиска новых видов сырьевых ресурсов, которые содержали бы в себе необходимые питательные компоненты в количествах, способных не только удовлетворить суточную потребность человека в пищевых компонентах, но и создать новую специализированную линейку молочных продуктов, ориентированную на определенные группы потребителей.

Традиционно для производства молочной продукции используется цельное коровье молоко, полученное с 8 по 285 день лактации. Считается, что именно это молоко является наиболее приемлемым для технологической переработки. Не менее важным источником для производства молочных продуктов стало вторичное белковоуглеводное сырье: обезжиренное молоко, сыворотка и пахта. Хотя еще несколько лет назад сыворотка и пахта направлялись на утилизацию как «отход» производства. Сегодня это сырье активно используется в производстве не только традиционной молочной продукции, но и для выработки инновационных, принципиально новых функциональных продуктов нового поколения. Однако, имеющиеся сырьевые источники не могут в полной мере удовлетворить потребности постоянно развивающегося и расширяющего свои границы пищевого производства. В связи с этим проблема поиска заменителей цельного молока, как основного сырья для молочной промышленности, остается актуальной и по сей день.

Научные исследования в области химического состава и свойств молока в течение лактации показали, что ценным сырьевым источником основных пищевых компонентов является молозиво. На протяжении длительного времени было принято считать молозиво исключительно «кормом для новорожденных». Использование его для промышленной переработки в соответствии с утвержденной нормативной документацией не допускается в связи с его особыми составом и свойствами. Однако исключительный состав молозива обуславливает его огромный потенциал как сырья для производства специализированных молочных продуктов.

Возможность получения его в достаточных объемах обусловлена тем, что новорожденные телята и, особенно телята старших возрастов, не могут потребить все молозиво новотельных коров, так как его количество превышает потребности теленка. Они потребляют примерно 30–50% молозива от общего количества, а остальное используют для выпоя телят старшего возраста. Тем не менее использование молозива последующих удоев не рационально по причине снижения содержания иммуноглобулинов. В асептических условиях и при низких температурах молозиво может сохранять свои свойства в течение 2–3 дней. При температуре резервирования  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  его можно хранить до 8 дней. Дополнительным приемом повышения хранимоспособности молозива может служить откачивание воздуха из емкостей, в которых оно хранится, в этом случае срок хранения увеличивается до 14 дней [13].

Таким образом, появляется возможность технологической переработки молозива, а также экстрагирования из него составных компонентов для производства обогащенных продуктов лечебнопрофилактического и функционального назначения для различных социально-демографических групп населения.

**Цели и задачи исследования.** Целью данной научно-исследовательской статьи является изучение и анализ состояния проблемы исследования состава и свойств молозива как сырья для молочной промышленности.

Главные задачи исследования:

- проанализировать и изучить учебную, научную и периодическую литературу;
- рассмотреть возможность технологической переработки молозива, основываясь на современных изысканиях в данной области.

***Общая характеристика молозива. Его состав и свойства.***

**Молозиво** – это биологическая жидкость, выделяемая самками млекопитающих в первые 7 дней лактационного периода, предназначенная для вскармливания потомства. Оно представляет собой многокомпонентную, полифункциональную субстанцию, в которой содержатся ценные биологически активные вещества: интерферон, иммуноглобулины, полипептид с высоким содержанием пролина, регулирующий иммунную систему, инсулиноподобный

гормон, фактор, замедляющий старение, вещества с кортизоноподобными свойствами, ростовой фактор, ферменты, липиды, олиго- и полисахариды. В молозивный период коровье молоко приобретает совершенно иные физико-химические свойства, связанные в первую очередь с резким изменением его химического состава. Так, резко меняются его **органолептические характеристики**. Молозиво имеет коричнево-желтый цвет, обусловленный высоким содержанием каротина, солоноватый вкус, специфический запах, густую вязкую консистенцию, связанную с высоким содержанием белковых веществ [4].

Содержание сухих веществ в молозиве колеблется от 18–25% из них 23,1% приходится на белок, 6,5% – на жир. При этом изменение соотношения жир: белок в течение всего молозивного периода происходит медленно [4]. По данным исследователей (Инихова Г.С., Храмцова А.Г., Зайковского Я.С. и др.) в первые дни после отела в молозиве по сравнению с обычным молоком в 1,5 раза выше содержание жира и минеральных веществ (в золе): кальция – 0,15%, магния – 0,013%, калия – 0,145%, натрия – 0,05%, фосфора – 0,137%, хлоридов – 0,102%. Также в нем содержится больше каротина – 100 мкг%, витамина А – 50–52 мкг%, витаминов группы В, D, E, С, пантотеновой кислоты – 198 мкг%, никотиновой кислоты – 77 мкг%. Сравнительный химический состав молозива и цельного молока по данным А. Тёпел приведен в таблице 1 [9].

Таблица 1 – Сравнительная характеристика химического состава различного молочного сырья

Наименование компонента	Содержание компонента, %	
	Молоко	Молозиво
Сухие вещества	12-14	18-25
Лактоза	4-6	2,0-3,5
Жир	3,0-5,2	4,0-6,0
Казеин	2,8-3,5	2,5-3,4
Сывороточные белки	0,5-0,6	10,0-12,0
Натрий	0,05	0,07
Хлорид	0,1	0,12
Фосфат	0,2	0,23
Кальций	0,12	0,25
<b>Кислотность, °Т</b>	<b>15,0-18,5</b>	<b>25,0-37,5</b>
<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	<b>1,025-1,032</b>	<b>1,033-1,094</b>

Источник: [9]

В молозиве повышено содержание жира, при этом жировые шарики молозива меньше, чем у обычного молока. Также жир молозива отличается от жира молока более высокой температурой плавления, которая составляет в первые дни после отела 35,7°C. Температура застывания молозива также несколько выше, чем этот показатель в жире нормального молока. Температура застывания жира молозива 24,2°C. Такие отличия в показателях температуры плавления и застывания обусловлены меньшим содержанием в жире молозива по сравнению с жиром нормального молока низкомолекулярных, летучих и растворимых в воде жирных кислот группы C<sub>4</sub> и более высоким содержанием кислот группы C<sub>18</sub>. На это указывает меньшее, чем в жире молока, число Рейхерта-Мейссля жира молозива, равное 21,35 мл КОН. Число омыления у жира молозива составляет 233,18 мг КОН, а йодное число, характеризующее степень неопределенности жирных кислот, определенное по методу Гюбля – 31, 21% йода. Эти показатели значительно не отличаются от аналогичных у жира нормального молока [2, 3].

Из таблицы 1 видно, что молозиво также имеет высокую **плотность** в сравнении с нормальным молоком. Это обусловлено более высоким содержанием

сухих веществ. Данный показатель находится в прямой взаимосвязи с *вязкостью*, которая для молозива равна  $25 \times 10^{-3}$  Па·с. Вязкость влияет на технологические процессы производства молочных продуктов. Она зависит в основном от содержания и состояния белков. При нагревании до  $65^{\circ}\text{C}$  она снижается [2]. При более сильном нагревании повышается.

В связи со значительным отличием содержания основных компонентов молозиво имеет повышенную *кислотность* - от  $25$  до  $40^{\circ}\text{T}$ , что обусловлено в первую очередь отличием состава белковых веществ, а именно с увеличением содержания альбуминов и глобулинов. Кислотность молозива максимальна у коров сразу же после отела и у некоторых животных может достигать  $53,3^{\circ}\text{T}$  [2]. Спустя 3 дня его кислотность постепенно приближается к данному показателю у нормального молока. Динамика изменения физико-химического состава и свойств молозива в течение лактационного периода по В.И. Сироткину представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химический состав молозива (в среднем)

Время после отела, час.	Сухое вещество, %	Белок, %	Жир, %	Сахар, %	Зола, %	Кислотность, °T
1	2	3	4	5	6	7
1	33,1	23,1	6,5	2,1	1,4	<b>53,3</b>
4	25,0	16,4	5,1	2,2	1,3	<b>43,3</b>
8	20,3	14,4	2,4	2,3	1,22	<b>42,5</b>
12	20,2	13,7	2,5	2,9	1,1	<b>40,3</b>
24	15,9	7,1	3,6	4,2	1,0	<b>39,6</b>
48	14,0	5,0	3,7	4,4	0,9	<b>32,3</b>
72	13,8	4,6	3,8	4,5	0,9	<b>30,5</b>
120	14,0	4,4	4,0	4,7	0,0	<b>28,9</b>
240	13,7	4,2	4,0	4,7	0,8	<b>23,4</b>
360	13,4	4,0	4,0	4,7	0,7	<b>23,0</b>
720	13,1	3,6	4,0	4,8	0,7	<b>19,1</b>

Источник: [6].

Кислотность является важнейшим показателем, влияющим на процесс производства целого ряда молочных продуктов (сгущенное молоко, сливочное масло, кисломолочные продукты), в связи с этим, используя данные этого показателя для различных продуктов, можно определить возможность использования молозива как сырья для их производства.

С показателем кислотности в непосредственной взаимосвязи находится показатель термоустойчивости. *Термоустойчивость* – это способность молока выдерживать воздействие высоких температур без видимой коагуляции белка. Из-за высокого содержания термолабильных сывороточных белков при переработке молозива, в частности при его тепловой обработке, происходит нежелательное свертывание [2]. Тем не менее, термоустойчивость молозива можно повысить путем внесения солей-стабилизаторов, которые нормализуют солевое равновесие системы и дают возможность воздействовать на нее высокими температурами. В данном случае необходимо определить только вид солей и оптимальную их концентрацию.

Одним из ключевых показателей технологической значимости является *сычужная свертываемость*, которая обуславливает способность белков молока коагулировать под действием внесенного сычужного фермента (химозина) с образованием плотного сгустка. Способность молока свертываться под действием сычужного фермента влияет в первую очередь содержание в нем казеина, а именно

его фракционный состав, и солей кальция (ионов кальция). С увеличением их содержания, увеличиваются скорость свертывания и плотность образующегося белкового сгустка. Наиболее приемлемым является содержание в молоке белка в количестве менее 3,2%, в том числе не менее 2,5% казеина, а количество солей кальция равным 125...130 мг% (в том числе ионов кальция — более 8 мг%) [8].

Способность молока свертываться зависит главным образом от содержания  $\chi$ - и  $\beta$ -казеина, которое определяет продолжительность свертывания, а количество  $\alpha$ -казеина — плотность получаемого сгустка [2, 8].

Молозиво характеризуется высоким содержанием сывороточных белков и низким содержанием казеина и ионизированного кальция. При этом, в течение молозивного периода его содержание снижается. Из этого следует, что молозиво является сычужно-вялым сырьем, однако, по данным Горбатовой (таблица 3) в 4–5-ом удое после отела соотношение казеин: сывороточные белки достигает значения, оптимального для получения белкового сгустка надлежащего качества [2].

Таблица 3 – Динамика изменения состава молозива в течение лактационного периода

Удой после отела	Массовая доля, %						Кислотность, °Т	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
	белков			лактозы	жира	минеральных веществ		
	всего	в том числе						
		казеина	сывороточных					
1-й	14,92	5,13	8,32	4,00	6,25	1,01	53,3	1039,7
2-й	9,90	4,10	4,75	4,29	5,68	0,96	41,6	1038,7
3-й	6,64	3,44	2,33	4,51	5,48	0,83	41,6	1038,4
4-й	5,85	3,47	1,73	4,75	5,16	0,87	36,9	1036,0
5-й	4,96	3,07	0,79	4,67	4,91	0,82	32,0	1036,9
10-й	4,54	3,19	0,63	4,80	4,66	0,80	27,9	1033,5
20-й	4,02	2,97	0,55	4,73	4,24	0,71	22,4	1032,2
30-й	3,55	2,47	0,46	4,62	3,87	0,77	19,5	1029,8

Источник: [2].

Молозиво характеризуется сильным *бактерицидным действием*, так как содержит лизоцим – вещество, способное растворять оболочки микроорганизмов, функционально активные лейкоциты и лимфоциты. Использование его для производства кисломолочных продуктов и сыров по этой причине крайне затруднительно, так как его защитные факторы будут оказывать ингибирующее действие на микрофлору вносимых заквасок. Защитные свойства молозива связаны с высоким уровнем титруемой кислотности, которая в первый день может достигать 40–50°Т. Однако, в течение молозивного периода этот показатель постепенно снижается, что дает возможность сбора сырья, характеризующегося наиболее приемлемым уровнем данного показателя [6].

Физиологическая ценность молозива заключается в его *иммунологическом действии* благодаря наличию большого количества иммуноглобулинов. Иммуноглобулины являются важной частью специфического гуморального иммунитета и представляют собой особый вид белков, которые находятся на поверхности  $\beta$ -клеток. Эти вещества синтезируются организмом в ответ на проникновение антигенов, и имеют огромное значение для сопротивляемости организма различным заболеваниям. Иммуноглобулины (Ig) молозива представлены классами IgG1 – 81%, IgG2 – 5%, IgA – 7% и IgM – 7%. У коров при нормальном лактационном периоде 81% Ig молозива и 73% Ig молока синтезируются из сыворотки крови. Нормальное количество IgG в молозиве содержится у 36,4–58,6% и IgM – 12,1–24,1% коров [4].

Исследования молозива, проведенные В.И. Левченко говорят о том, что наибольшей плотности оно достигает во время первого удоя ( $1,062 \pm 0,003$  кг/м). В это время оно также характеризуется наивысшим показателем кислотности ( $42,2 \pm 1,6^\circ\text{T}$ ), содержанием белка ( $127,5 \pm 6,8$  г/л) и иммуноглобулинов ( $54,0 \pm 3,2$  мг/мл). В молозиве четвертого надоя эти показатели уменьшаются почти в 2 раза. В молозиве, полученном на 3 сутки после отела особенно, уменьшается количество белка и иммуноглобулинов. Динамика изменения свойств молозива и содержания в нем иммуноглобулинов по В. И. Левченко представлена в таблице 4 [14].

Таблица 4 – Показатели качества молозива коров

Удой молозива	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Кислотность, °T	Общий белок, г/л	Иммуноглобулины, мг/мл
1 час	$1,062 \pm 0,003$	$42,2 \pm 1,6$	$127,5 \pm 6,8$	$54,0 \pm 3,2$
2 часа	$1,043 \pm 0,003$	$29,5 \pm 2,0$	$73,6 \pm 6,5$	$35,7 \pm 2,8$
3 часа	$1,0363 \pm 0,002$	$26,6 \pm 2,2$	$51,5 \pm 5,3$	$12,5 \pm 0,85$
4 часа	$1,0314 \pm 0,002$	$23,3 \pm 1,1$	$43,4 \pm 2,2$	$8,1 \pm 0,46$
3-й день	$1,028 \pm 0,003$	$22,0 \pm 1,4$	$33,6 \pm 3,4$	$3,33 \pm 0,46$
5-й день	$1,0238 \pm 0,001$	$18,4 \pm 0,46$	$29,3 \pm 2,0$	$3,42 \pm 0,32$

Источник: [14].

#### ***Способы резервирования молозива и сохранения его полезных свойств.***

В связи с тем, что обычная корова вырабатывает молозива в количестве, достаточном для вскармливания двух или трех телят, то возникает возможность его сбора, хранения и использования по мере необходимости. Однако для сбора достаточного количества молозива, обуславливающего возможность его промышленной переработки, необходимо обеспечить его максимальную сохранность в течение определенного периода времени.

В холодильных условиях при температуре 4–6°C молозиво может храниться в течение 1 недели. По истечению этого периода в нем начинаются различные физико-химические изменения его состава и свойств, в частности резко понижается концентрация иммуноглобулинов IgG [7].

В настоящее время самым распространенным способом резервирования молозива является его замораживание. Молозиво, подвергнутое замораживанию, может храниться до 12 месяцев. Исследования, проведенные учеными в 2001 году в Университете Теннесси, показали, что в размороженном молозиве сохранялись все компоненты, которые определяли его состав на момент начала замораживания. При этом существует возможность его повторного замораживания. Данные исследований также показывают, что молозиво в замороженном состоянии можно хранить в течение 15 лет без серьезного ухудшения содержания IgG.

Однако, замороженное молозиво является дорогостоящей альтернативой, а при достаточных объемах резервирования – не доступной для перерабатывающих предприятий. Морозильные камеры «фрост-фри» не пригодны для длительного хранения молозива. Это связано с тем, что их система проходит через циклы «заморозка-разморозка», и, поэтому молозиво может таять, что в заметной степени сокращает продолжительность хранения молозива. В связи с этим, исследователями были проведены исследования в области анализа возможности хранения молозива без замораживания, главным образом путем его химической обработки, которая бы в равной степени с сохранением его нативных свойств обеспечивала бы сохранение начальной концентрации IgG [11, 12].

В исследованиях, проведенных в Германии Mbuthia и его коллегами в 2003 году, молозиво собиралось от группы молочных коров. Для сбора молозива использовались четыре бассейна. Один литр молозива из каждого бассейна был

заморожен до начала эксперимента. Содержимое каждого бассейна затем обрабатывали 0,1% или 0,5% раствором формальдегида или аналогичными количествами муравьиной кислоты. Подготовленные образцы хранили при  $-28^{\circ}\text{C}$  в пластиковых бутылках объемом 200 мл в течение четырех недель.

Результаты исследований показали, что контрольные образцы из двух бассейнов, которые не подвергались обработке формальдегидом или муравьиной кислоты, испортились через 14 дней, и потеря уровня IgG была очень значительной, при этом, сильно нарушились органолептические характеристики молозива – оно приобрело ярко выраженный гнилостный запах. Эти образцы были выбракованы.

Анализ контрольных образцов показал, что потеря IgG в них стала значительной через 7 дней. Кроме того, запах, вкус и отделение сыворотки от казеина в молозиве указывало на то, что материал будет непригодным ни для вскармливания телят, ни для технологической переработки. Данные результаты четко указывают на то, что хранение молозива при  $2^{\circ}\text{C}$  в течение более недели является неприемлемым способом резервирования.

При обработке образцов муравьиной кислотой, содержание иммуноглобулинов в молозиве при его хранении уменьшается даже больше, чем в контрольном образце. Таким образом, этот результат ясно указывает на то, что муравьиная кислота является неприемлемым средством для сохранения молозива.

Обработка образцов молозива формальдегидом сохранила целостность молекул IgG на протяжении 4 недель исследования. Но данный способ резервирования молозива требует особой осторожности при обработке сырья формальдегидом, так как использование его в концентрациях превышающих установленные может привести к отравлению.

Таким образом исследования показали, что хранение молозива в холодильной камере при температуре  $2\pm 2^{\circ}\text{C}$  (до 7 дней) или его замораживание являются оптимальными методами поддержания его высокого качества. Тем не менее, полученные результаты говорят, что внесение в молозиво 0,05% или 0,1% формальдегида является достаточно эффективным способом его хранения и поддержания иммунологической ценности [11, 12].

Помимо формальдегида для консервирования молозива возможно применение некоторых химических добавок, которые могут изменять консистенцию молозива. Например, введение бензойной кислоты, бензоната натрия, а также адипиновой кислоты ведет к меньшему расслоению молозива по сравнению с естественным сквашиванием. Молозиво, обработанное пропионовой кислотой, характеризуется более однородной консистенцией и меньшим размером частиц, чем сквашенное при обычных условиях. Общее содержание сухих веществ (15,5%) и сырого протеина (5,8%) в молозиве, обработанном кислотами или их солями, выше, чем в молозиве с добавкой формальдегида (14,3 и 5,5% соответственно) или естественно сквашенном (14,9 и 5,5%).

Лабораторные исследования показывают, что химические добавки снижают интенсивность расщепления белка, о чем свидетельствует изменение соотношения общего и белкового азота. Добавки кислот и их солей замедляют рост бактерий. При внесении в молозиво 0,5, 1 и 1,5% пропионовой кислоты бактериостатическая фаза длится 3, 7 и 21 день соответственно. Пропионовая кислота полностью исключает развитие *E. coli*, *Shigella*, *Salmonella* в течение 15 дней контрольного хранения молозива. В таблице 5 приведен перечень химических веществ, применяемых для консервирования молозива и их физическая форма [5, 13].

Таблица 5 – Химические вещества, используемые для консервирования молозива при обычных температурах окружающей среды

Консерванты	Физическая форма	Количество консерванта, в % по массе или объему
Уксусная кислота	Жидкая	0,7
Адипиновая кислота	Твердая	1
Бензойная кислота	Твердая	0,5
Муравьиная кислота	Жидкая	0,3-1
Молочная кислота	Жидкая	1,0
Пропионовая кислота	Жидкая	0,5-1,5
Глюконолактон (ГКЛ)	Твердая	0,5
ГКЛ + Na-бензоат	Твердая	0,5
ГКЛ + Na-пропионат	Твердая	0,5
Ацетат натрия	Твердая	0,5
Бензоат натрия	Твердая	0,5
Формиат натрия	Твердая	0,5
Пропионат натрия	Твердая	0,5
Сорбинат калия	Твердая	0,1-0,3
Формальдегид*	Жидкая	0,01-1,0
Перекись водорода	Жидкая	0,005-0,05
Бензилпенициллин натриевая соль**	-	50000 ИЕ/л
Хлортетрациклин***	Твердая	0,01-0,035
Пенициллин + дигидрострептомицин		
Томицин	Жидкая	100000-200000 ед./л
Сорбитол (сахароспирт)	Твердая	0,5

\* Формальдегид в концентрации 0,5 и 1,0% вызывает желирование молозива.

\*\* Форма вещества не указана.

\*\*\* Частично растворим в молозиве, поэтому выпадает в осадок.

В США еще в 1998 году учеными К. Фоннелоп и М. Уффе был запатентован способ получения, по существу, стерильного молозива, характеризующегося высоким содержанием белков, в частности иммуноглобулинов. Сущность способа заключалась в том, что первоначально в резервуар закачивалось обезжиренное натуральное молозиво с целью получения концентрата. Далее концентрат подавался на мембрану фильтра с целью получения фильтрата. Концентрат проходил через узел нагревания/охлаждения для того, чтобы рабочая температура поддерживалась на постоянном уровне во время фильтрования. В системе обеспечивается циркуляция фильтрата, прошедшего через мембрану фильтра, с целью сохранения постоянного давления по другую сторону фильтра. При сливании фильтрата не происходит потери давления на той стороне фильтра, где выходит фильтрат. В фильтрующей системе используют керамическую мембрану. В отфильтрованном молозиве содержание бактерий уменьшено на 99,9% [7].

Однако, общепринятой методикой резервирования молозива в США является его сбор в течение первых 24 ч после отела. Далее его подвергают замораживанию и

хранят при температуре  $-8,3^{\circ}\text{C}$ . После накопления в достаточном количестве, его транспортируют на молокоперерабатывающие предприятия, где размораживают, производят определение качественных показателей, сепарируют с целью отделения молочного жира, а обезжиренную фракцию сушат на распылительной сушилке при низких температурах.

***Основные направления технологической переработки молозива.***

Молозиво использовалось людьми на протяжении многих тысяч лет. Его полезные свойства и положительное воздействие практически на все системы организма было оценено многими культурами и успешно использовано для лечебно-профилактической коррекции здоровья в условиях отсутствия лечебных препаратов.

В индийской традиции и в древнем Египте молозиво уже с древности использовалось для приготовления эффективных медицинских препаратов. В Древней Греции на его основе готовили продукты, предназначенные прежде всего для спортсменов. Инки Южной Америки считали молозиво божественным даром, который обеспечивал долголетие и силу на протяжении всей жизни. В Центральной Европе полезные свойства молозива были известны в течение сотен лет. Особенно в сельской местности молозиво было и остается популярным диетическим продуктом питания.

Однако, открытие антибиотиков в 1928 году привело к тому, что полезные свойства молозива были надолго вычеркнуты и забыты. Все исследования были направлены на изучение полезных свойств и положительного эффекта пенициллина и полученных на его основе антибиотиков.

В исследованиях, проведенных доктором Кристофером У., открывался невероятный потенциал молозива как лечебно-профилактического средства и возможности его применения как сырья для фармацевтической промышленности. В 1955 году в США вышли многочисленные статьи, посвященные полезным свойствам молозива, которые дали развитие новому витку в его изучении. Широкомасштабное изучение молозива и его полезных свойств с позиций использования его как лекарственного препарата началось в 1987 году в США, когда для этих целей была создана компания «Procore Technologies». Основанием для такого всестороннего исследования молозива явилось высокое содержание в нем иммуноглобулинов, в 4–5 раз превышающее их количество в крови, плазме и сыворотке крови, в связи с чем этот продукт является ценным биологическим продуктом в качестве доступного источника для приготовления иммуностимулирующих препаратов. Результатом деятельности данной компании явилась разработка концентратов иммуноглобулинов против диареи у телят и ягнят, вызываемой *E. coli* K99. Дальнейшее развитие исследования молозива было направлено на изучение возможностей технологии иммунизации для получения молозива с повышенной активностью антител против ряда микроорганизмов, патогенных для людей.

В конце 1991 года была создана биофармацевтическая компания «GalaGen», в задачу которой входила разработка лечебных препаратов для человека на основе молозива. В 1997 году внедрены кефирная закваска и пищевая добавка на основе молозива. В настоящее время продукты фирмы "GalaGen" фактически являются концентратом сывороточных белков молозива. Они представляют собой чрезвычайно чистый продукт с пониженным содержанием лактозы, которая не влияет на вкус и цвет, идеально подходят для получения прозрачных напитков и пищевых продуктов. Также разработаны и запатентованы комбинации молозива с пробиотиками и пребиотическими волокнами [9, 16].

Российскими учеными разработан и внедрен в производство лечебный препарат «Иммулак», который представляет собой высокоочищенную фракцию коровьего колоostrума (молозива), содержащую иммуноактивный комплекс -

иммуноглобулины, лактоферрин и лактоглобулины. При этом данный продукт практически не содержит лактозы, а содержащиеся в нем белки в результате предварительной переработки теряют свою аллергенность. На российском рынке на сегодняшний день данный препарат является самым активным иммунологическим комплексом. Его полезное действие заключается в том, что он стимулирует как общую противомикробную защиту, так и местный иммунитет каждого органа. Полезные свойства данного препарата сохраняются в процессе технологической обработки за счет использования щадящей технологии низкотемпературного высокоскоростного высушивания коровьего молозива.

Из приведенных данных видно, что большая часть исследований, посвященных изучению состава и свойств молозива, имели своей целью определить возможность использования его как источника защитных компонентов, факторов роста и антител и разработки технологии их извлечения с максимально возможным сохранением их полезных качеств.

В настоящее время промышленная переработка молозива практически не осуществляется по причине незначительных и в большинстве противоречивых данных о его технологических свойствах. Подавляющее количество исследователей считают его непригодным для производства молочных продуктов по причине его низкой термоустойчивости и низкой сычужной свертываемости. Также имеющиеся исследования показывают, что даже незначительная примесь молозива к нормальному молоку при производстве пищевых продуктов приводит к резкому снижению органолептических характеристик получаемой продукции.

Тем не менее, исследования в области изучения возможности технологической переработки молозива были начаты достаточно давно.

В 1940 году Е. Д. Коссов разработал способ получения масла из молозива, который заключается в том, что к свежесырому молозиву добавляют воду, примерно 15%, размешивают и нагревают до 40–45°C, дважды сепарируют и получают сливки, которые сбивают в масло обычным способом, но при температуре на 2–3°C выше обычной.

Сливочное масло, полученное по разработанной технологии, по данным автора, характеризуется интенсивно-желтой окраской, температурой плавления (до 44°C) и может подвергаться длительному хранению, особенно в перетопленном состоянии.

Из одного литра молозива получается в среднем 50 грамм молозивного масла, которое обладает антиксерофтальмическими свойствами. По данным автора, в то время как в 1 т сливочного масла содержится 50 международных единиц витамина А, в 1 грамме молозивного масла содержится 3500 единиц [18].

В 1946 г. Абросимовой С. В. и Вышемирским Ф. А. была запатентована технология получения **сливочного масла** на основе плазмы, выделенной из молозива. Способ осуществляют путем двукратного сепарирования молозива при 40–45°C с получением сливок с массовой долей жира 30–35% и высокожирных сливок с массовой долей жира 60–70%. Всю обезжиренную фракцию, полученную на второй стадии сепарирования, при частичном добавлении обезжиренной фракции, полученной на первой стадии сепарирования, подвергают сублимационной сушке (в морозильной камере при минус 40°C в течение 2,5 ч, затем в сублиматоре при температуре от минус 60 до 25°C в течение 18–21 ч), которые затем в сухом виде или в виде восстановленного (в обезжиренной фракции после первой стадии сепарирования) концентрированного раствора с массовой долей сухих веществ 45–55% при 42–46°C вносят в высокожирные сливки в количестве 18–29%, полученную смесь пастеризуют при 60–70°C в течение 10–15 мин и подвергают термомеханической обработке с интенсивностью механического воздействия 12–15 Вт/кг и температуре охлаждения 12–16°C. Данная технология позволяет

повысить биологическую ценность получаемого продукта, а также осуществить полную переработку излишков молозива [19].

В 1997 году Крашенининым П.Ф. и Зиматовой В.П. из «Научно-исследовательского института детского питания» запатентована технология производства *сухого молозива* как добавки при производстве специализированных молочных продуктов. Сущность технологии заключается в том, что до пастеризации молозиво, охлажденное до 4–6°C, далее для повышения его термоустойчивости обрабатывают 20–25%-ным водным раствором солей стабилизаторов с температурой 4–6°C, взятых в количестве 4,0–5,5 мас. % к белку молозива. В качестве солей-стабилизаторов используют натрий лимоннокислый трехзамещенный, или натрий фосфорнокислый двузамещенный, или двухкомпонентную смесь, состоящую из двузамещенного фосфорнокислого натрия и трехзамещенного лимоннокислого калия, взятых в соотношении 1:1. При этом водный раствор солей-стабилизаторов готовят при температуре 35–45°C. После этого смесь перемешивают и проводят двухступенчатую гомогенизацию при 58–62°C и давлении 10–14 МПа на первой ступени и 2–6 МПа на второй ступени. Процесс сгущения молозива осуществляют до содержания сухих веществ 25–40%, при этом в качестве исходного сырья используется молозиво с низким содержанием сухих веществ. Сушку проводят распылением при температуре входящего воздуха 170–180°C и выходящего 70–80°C или сублимацией. Массовая доля сухих веществ в сухом молозиве установлена на уровне 3,0–4,0% [20].

Российскими учеными Глаголевой Л.Э., Черемушкиной И.В., Родионовой Н.С. запатентована технология получения соуса на основе белкового концентрата коlostрума (молозива), который может быть использован при производстве функциональных продуктов, предназначенных для диетического питания. Технология производства соуса заключается в том, что из сыворотки получают коlostральную сыворотку, которую потом пастеризуют при температуре 63±2°C в течение 25 мин и белковый концентрат в течение 15 мин при температуре 63±2°C. В пастеризованный белковый концентрат коlostрума вносят масло зародышей пшеницы и эмульгируют смесь в течение 7 мин. В эмульгированную смесь добавляют порошок из шпината, измельченные грецкие орехи, лимонный сок, соль, сахар, все тщательно перемешивают. Вносят пастеризованную коlostральную сыворотку, и полученную смесь доводят до кипения при постоянном помешивании. Охлаждают до 8°C и фасуют в полимерную тару. Компоненты входят в состав соуса при следующих соотношениях, г на 1000 г готового продукта: белковый концентрат коlostрума - 650–750; сыворотка коlostральная - 111,5; порошок шпината - 70,3; масло зародышей пшеницы - 46,2; лимонный сок - 28,5; грецкий орех - 30,8; сахар-песок - 5,5; соль - 7,2. Способ получения соуса на основе белкового концентрата коlostрума позволяет получить продукт функционального назначения, повысить его пищевую и биологическую ценность, расширить ассортимент функциональных пищевых продуктов [15].

**Выводы.** Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Основываясь на широком спектре полезных свойств, которыми обладает молозиво, и на возможности его сбора и резервирования в достаточном количестве, существует объективная возможность его технологической переработки и производства специализированной линейки молочных продуктов лечебно-профилактического назначения, предназначенная для определенных социально-демографических групп населения.

2. На основании имеющихся теоретических данных в области состава и свойств молозива, можно сделать вывод, что существует необходимость его дальнейшего исследования и анализа для определения возможности и оптимальных режимов его технологической переработки.

3. Большая часть научных исследований в области переработки молозива направлена на изучение его как сырья для производства медицинских препаратов либо же экстрагирования полезных компонентов для обогащения пищевых продуктов, в то время как значимость его как сырья для молочной промышленности остается малоизученной.

4. Исследования в области технологической переработки молозива на специализированные полноценные молочные продукты ограничиваются небольшим перечнем запатентованных технологий, что говорит о необходимости более детального изучения и экспериментального исследования молозива как сырья для молочной промышленности.

### Список использованных источников

1. Головач, Т.Н. Нативное и ферментированное коровье молозиво как компонент продуктов функционального назначения/ Т.Н. Головач [и др.] // Труды БГУ, сер.: физиол., биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – 2014. – Т. 9, Ч. 2. – С. 224–235

Native and fermented cow colostrum as a food ingredient functionality / T.N. Golovach, [and etc.] // . – Work. Belarusian. state. Univ. Ser. : Physiological, Biochemical and Molecular Biology, 2014 – 9 m., p.2. – P.224–235

2. Горбатова, К.К. Химия и физика молока / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова, ; под общ. ред. К.К. Горбатовой. – СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.

Gorbatova, K.K. Chemistry and physics of milk / K.K. Gorbatova, P.I. Gunkova,; under the total. Ed. K.K. Gorbatova. – SPb. : GIORД, 2012. – 336 p.

3. Мишанин, Ю.Ф. Возможности использования молозива в технологии производства продуктов детского и геродиетического назначения/ Ю.Ф. Мишанин // Материалы междунар. науч.–практ. интернет–конференц.: – М.: Краснодар, 2013. – С.36–37.

Mishanin, Y.F. Possibilities of use colostrum in production technology and children's gerodieticheskogo purpose products / Y.F. Mishanin // Materials Intern. scientific–practical. Internet conferencing. : – М. : Krasnodar, 2013 – P.36–37

4. Молозиво. Иммуноглобулины молозива. Качество и нормы вскармливания молозива новорожденным телятам // Научно–практические и методические рекомендации для слушателей ФПК, студентов факультета ветеринарной медицины очной и заочной форм обучения и НИСПО. – Гродно, 2010. – 99 с.

Colostrum. Immunoglobulins colostrum. The quality and standards of feeding colostrum newborn calves // Scientific and practical guidelines for FSP students, students of the Faculty of Veterinary Medicine of full–time and correspondence forms of training and NISPO. – Grodno, 2010. – 99 p.

5. Скотоводство / Г. В. Родионов [и др.]. – М.: КолосС, 2007. – 408 с.

Cattle / G.V. Rodionov [et al.]. – М. : KolosS, 2007. – 408 p.

6. Сироткин, В.И. Выращивание телят. Нормирование кормления: системы содержания / В.И. Сироткин. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 126 с.

Sirotkin, V.I. Growing calves. Rationing feeding: content / V.I. Sirotkin. – М. : Rosselkhozizdat, 1987. – 126 p.

7. Process for the preparation of colostrum: pat. US6521277, USA : IPC 7C12H1/00, A 23C3/00 / Kare Fonnelop; publ.date: 18.02.2003.

8. Твердохлеб, Г.В., Химия и физика молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб, Р.И. Раманаускас. – М.: ДеЛи Принт, 2006. – 360 с.

Tverdohleb, G.V. Chemistry and Physics of milk and milk products / G.V. Tverdohleb, R.I. Ramanauskas. – М. : DeLi Print, 2006. – 360 p.

9. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепел.: Профессия, 2012. – 832 с.  
Tepel, A. Chemistry and physics of milk / A. Tepel .: Occupation, 2012. – 832 p.
10. Хоепп, Р.А. Продукты на основе молозива / Р.А. Хоепп, Е.Ф. Боствик. – Молочная промышленность, 2006. – № 8. – С. 53–54.  
Hoyer, R.A. Products based on colostrum / R.A. Hoyer, E.F. Bostwick. – Dairy Industry, 2006. – № 8. – P. 53–54.
11. Antioxidant micronutrient profile of Vitamin E, C, A, copper, zinc, iron of colostrum: association with mother characteristics / L. Ahmed [et al.] // J. Trop. Pediatr. – 2004. – Vol. 50. – P. 357–358.
12. Mbuthia, E. W. Effect of treatment with formaldehyde and formic acid on immunoglobulin content of stored bovine colostrum / E. W. Mbuthia, F. Klobasa, C. K. Gachuiiri. – Animal Feed Science & Technology., № 67, 1997 – P. 291–298.
13. Conservation of colostrum / H. Meyer [et. al.]. – Monatsheft Vet. Med. 37, 1982. – P.27–32.
14. Файловый архив для студентов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/preview/1150254/>. – Дата доступа 10.12.2015 г.  
Files archive for students [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.studfiles.ru/preview/1150254/>. – Date of access: 10.12.2015.
15. Библиотека электронных ресурсов Ветеринарная медицина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://veterinarua.ru/biologicheskie-osnovy-veterinarnoj-neonatologii-2009-g/2408-3-5-1-5-molozivo.html/>. – Дата доступа: 10.12.2015 г.  
Electronic Resources Library Veterinary medicine [Electronic resource]. – Mode of access: [http://veterinarua.ru/biologicheskie-osnovy-veterinarnoj-neonatologii-2009-g/2408-3-5-1-5-molozivo.html /](http://veterinarua.ru/biologicheskie-osnovy-veterinarnoj-neonatologii-2009-g/2408-3-5-1-5-molozivo.html/). – Date of access: 10.12.2015.
16. Патентный поиск , поиск патентов на изобретения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/256/2562837.html/>. – Дата доступа: 10.12.2015 г.  
Patent search, search patents for inventions [electronic resource]. – Mode of access: <http://www.findpatent.ru/patent/256/2562837.html/>. – Date of access: 10.12.2015.
17. Патентный поиск , поиск патентов на изобретения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/256/2562837.html/>. – Дата доступа: 10.12.2015 г.  
Patent search, search patents for inventions [electronic resource]. – Mode of access: <http://www.findpatent.ru/patent/256/2562837.html/>. – Date of access: 10.12.2015.
18. Пребиотические молочные продукты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.nazdor.ru/topics/food/products/current/449269/>. – Дата доступа: 10.12.2015 г.  
Prebiotic dairy products [Electronic resource]. Mode of access: <http://www.nazdor.ru/topics/food/products/current/449269/>. – Date of access: 10.12.2015.
19. Патентный поиск , поиск патентов на изобретения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.findpatent.ru/patent/6/66416.html /](http://www.findpatent.ru/patent/6/66416.html/). – Дата доступа: 10.12.2015 г.  
Patent search, search patents for inventions [electronic resource]. – Mode of access: [http://www.findpatent.ru/patent/6/66416.html /](http://www.findpatent.ru/patent/6/66416.html/). – Date of access: 10.12.2015.
20. Патентный поиск , поиск патентов на изобретения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.findpatent.ru/patent/159/1597145.html /](http://www.findpatent.ru/patent/159/1597145.html/). – Дата доступа: 10.12.2015 г.  
Patent search, search patents for inventions [electronic resource]. – Mode of access: [http://www.findpatent.ru/patent/159/1597145.html /](http://www.findpatent.ru/patent/159/1597145.html/). – Date of access: 10.12.2015.

21. Патентный поиск , поиск патентов на изобретения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/6/66416.html> /. – Дата доступа: 10.12.2015 г.

Patent search, search patents for inventions [electronic resource]. – Mode of access <http://www.findpatent.ru/patent/6/66416.html> /. – Date of access: 12.10.2015.

22. Банк Патентов. Информационный портал российских изобретателей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bankpatentov.ru/node/179734> /. – Дата доступа: 10.12.2015 г.

The Bank of Patents. Information portal of Russian inventors [electronic resource]. – Mode of access: <http://bankpatentov.ru/node/179734> /. – Date of access: 12.10.2015.

*D. Lozovskaya<sup>1</sup>, O. Dymar<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Educational Establishment «Grodno State Agrarian University», Grodno, Republic of Belarus*

<sup>2</sup>*Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

## **EVALUATION OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF COLOSTRUM AS A RAW MATERIAL FOR FOOD PRODUCTION**

### **Summary**

*Domestic and foreign literary sources on research of composition, physico-chemical and technological properties of colostrum as a raw material for dairy industry are reviewed. The paper considers the questions connected with optimal methods of colostrum reservation, correction its chemical composition with the aim to stabilize technological properties, as well as present technological practices of processing this kind of milk raw material are analyzed.*

**Keywords:** colostrum, acidity, density, thermal stability, rennet coagulation, immunoglobulins, coagulation, casein, whey proteins.