

Д.С. Лозовская¹, О.В. Дымар², д.т.н.

¹Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Республика Беларусь

²Представительство АО «МЕГА», Минск, Республика Беларусь

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МОЛОЗИВУ-СЫРЬЮ,
ЕГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ.
РАЗРАБОТКА БАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ
К ПЕРЕРАБОТКЕ МОЛОЗИВА**

D. Lozovskaya¹, O. Dymar²

¹Grodno state agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

²Representation «Mega», Minsk, Republic of Belarus

**DEFINITION OF RAW MATERIAL REQUIREMENTS FOR COLOSTRUM,
IT'S TECHNOLOGICAL CLASSIFICATION. DEVELOPMENT OF BASIC
TECHNOLOGICAL APPROACHES TO COLOSTRUM PROCESSING**

e-mail: diana.lozovskaya.89@mail.ru, dymarov@tut.by.

В статье обосновано разделение молозива-сырья в зависимости от времени его получения на технологические группы, а также определены требования по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям к каждой из них. Научно обоснованы направления переработки каждой из приведенных групп с учетом особенностей состава и свойств.

The article substantiates the division of colostrum raw materials depending on the time of its receipt into technological groups, and also defines the requirements for organoleptic, physicochemical and microbiological indicators for each of them. The directions for processing each of the above groups are scientifically substantiated, taking into account the characteristics of the composition and properties.

Ключевые слова: молозиво; технологическая группа; мембранная фильтрация; лактация; пищевой продукт.

Keywords: colostrum; technological group; membrane filtration; lactation; food product.

Введение. Производство продуктов, обладающих дополнительными пищевыми свойствами, является актуальным вопросом для большинства производителей. Сегодня реализовать данное направление возможно двумя основными путями: обогащение традиционных продуктов веществами, придающими им функциональные свойства (витаминами, минералами, полноценными белками, пищевыми волокнами и др.), а также использование в качестве основы сырья, изначально обладающего набором пищевых веществ, придающих конечному продукту указанные характеристики [1]. Помимо уже используемых в молочной промышленности цельного молока, сыворотки, пахты, обезжиренного молока особую актуальность представляет коровье молозиво. Оно представляет собой уникальный по составу и свойствам вид сырья. Так, в молозиве присутствуют в гораздо большем, чем в цельном молоке, количестве жиры, белки, витамины, минеральные вещества [2, 3]. Данный вид сырья представляет особую ценность с

позиций его белкового состава, наличия в нем противоопухолевых и противовоспалительных соединений [4-7].

В связи с этим, важным для потенциальных переработчиков и производителей пищевых продуктов является разработка требований к данному виду сырья и концептуальных направлений его переработки, что и явилось **целью** данной научно-исследовательской работы.

Результаты исследований. Проведенные в УО «Гродненский государственный аграрный университет» и РУП «Институт мясо-молочной промышленности» комплексные исследования изменения состава и свойств молозива, особенностей его ферментативной, термической и механической обработки в течение начального периода лактации показали необходимость разделения его на отдельные технологические группы в зависимости от времени сбора при формировании требований к нему со стороны переработчиков [8, 9]. Полученные результаты позволили выделить три технологические группы молозива-сырья:

– молозиво, полученное в период до 24 часов после отела. Классификационные признаки – содержание сухих веществ $\geq 17,5\%$, в том числе белков $\geq 8,5\%$; термоустойчивость до температуры $(55 \pm 1)^\circ\text{C}$;

– 2 группа – молозиво, полученное в период от 24 до 72 часов после отела. Классификационный признак – содержание сухих веществ $\geq 13,5\%$, в том числе белков $\geq 4,5\%$; термоустойчивость при температуре $(85 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 5 мин при условии введения солей-стабилизаторов – калия фосфорно-кислого, натрия фосфорно-кислого или их смесей (в соотношении 1:1) в концентрации 12 мас.% от массовой доли белка в сырье;

– 3 группа – молозиво, полученное в период от 72 до 168 часов после отела. Классификационные признаки – содержание сухих веществ $\geq 12,5\%$, в том числе белков $\geq 3,3\%$; термоустойчивость при температуре $(92 \pm 1)^\circ\text{C}$ с выдержкой не менее 20 сек.

На основании полученных результатов исследований были определены требования, предъявляемые к каждой технологической группе при приемке на перерабатывающие предприятия, которые приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Органолептические показатели молозива-сырья

Наименование показателя	Характеристика показателя		
	время после отела, ч		
	1-я группа – до 24	2-я группа – от 24 до 72	3-я группа – от 72 до 168
Внешний вид и консис-тенция	Однородная, густая, вязкая, непрозрачная жидкость без осадка, сгустков, хлопьев белка	Однородная, вязкая, непрозрачная жидкость без осадка, сгустков, хлопьев белка	Однородная, в меру вязкая, непрозрачная жидкость без осадка, сгустков, хлопьев белка
Вкус и запах	Специфический запах, излишне соленый вкус	Специфический запах, солоноватый вкус	Чистые, без по-сторонних при-вкусов и запахов
Цвет	От светло-коричневого до темно-желтого, равномерный по всей массе	От темно-желтого до желтого, равномерный по всей массе	Белый со слегка желтоватым или кремовым оттен-ком, равномерный по всей массе

Источник данных: собственная разработка.

Таблица 2 – Физико-химические и микробиологические показатели молозива-сырья

Наименование показателя	Характеристика показателя		
	время после отела, ч		
	1-я группа – до 24	2-я группа – от 24 до 72	3-я группа – от 72 до 168
Массовая доля жира, %, не менее	4,5	4,5	3,6
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	17,0	13,5	12,5
Массовая доля общего белка, %, не менее	8,5	4,5	3,3
Кислотность, °Т, не более	61,0	31,0	22,0
Плотность, кг/м ³ , не менее	1,040	1,036	1,029
Термоустойчивость по алкогольной пробе, класс, не менее	-	-	II
Общая бактериальная обсемененность, тыс. КОЕ/см ³ , не более	2,8×10 ⁴	6,2×10 ⁴	2,6×10 ⁵

Источник данных: собственная разработка.

Приведенные данные показывают, что первая группа характеризуется предельной кислотностью не более 58,0°Т, плотностью – не менее 1,040 кг/м³, нормой по массовой доле белка более чем в 1,9 раза и более чем в 2,6 раза выше, чем для молозива второй и третьей групп соответственно. Необходимо отметить различия в значениях общей бактериальной обсемененности молозива указанных групп. Для первой группы в сравнении с двумя последующими характерен относительно низкий уровень бактериальной обсемененности (не более 2,8×10⁴ КОЕ/см³), что обусловлено высокой концентрацией защитных факторов в молозиве первых суток, а также соблюдением санитарно-гигиенических условий его получения и хранения. Для молозива третьей группы данный показатель составляет 2,6×10⁵ КОЕ/см³, что сопоставимо с таковым для цельного молока высшего сорта [10].

Полученные в ходе изучения молозива данные позволили разработать общую схему технологических подходов к переработке молозива, полученного в различные временные периоды от отела, которая представлена на рисунке 1.

Из приведенной схемы следует, что для молозива первой и второй технологических групп наиболее рациональным способом переработки является выделение из него значимых пищевых составляющих с использованием методов мембранной фильтрации, что обусловлено высокой биологической ценностью данных групп и нетермоустойчивостью их белковой фазы. Обобщенно технологический процесс производства концентратов компонентов молозива первых двух групп по средствам мембранного разделения можно описать следующей последовательностью операций:

Первичная обработка молозива-сырья 1 и 2 технологических групп

Молозиво-сырье 1 и 2 групп, собранное в период с отела до 72 часов после отела, в условиях молочно-товарной фермы разливается в пакеты-слайдеры для пищевых продуктов, герметично запечатывается и замораживается в морозильной камере или скороморозильном аппарате до достижения температуры минус (16±2)°С. При указанном режиме сырье транспортируется на перерабатывающее предприятие.

Дефростация молозива

Замороженное молозиво подвергается дефростации в ваннах длительной пастеризации, путем помещения пакетов с сырьем в воду, нагретую до температуры не более 50°С, с выдержкой до полного размораживания.

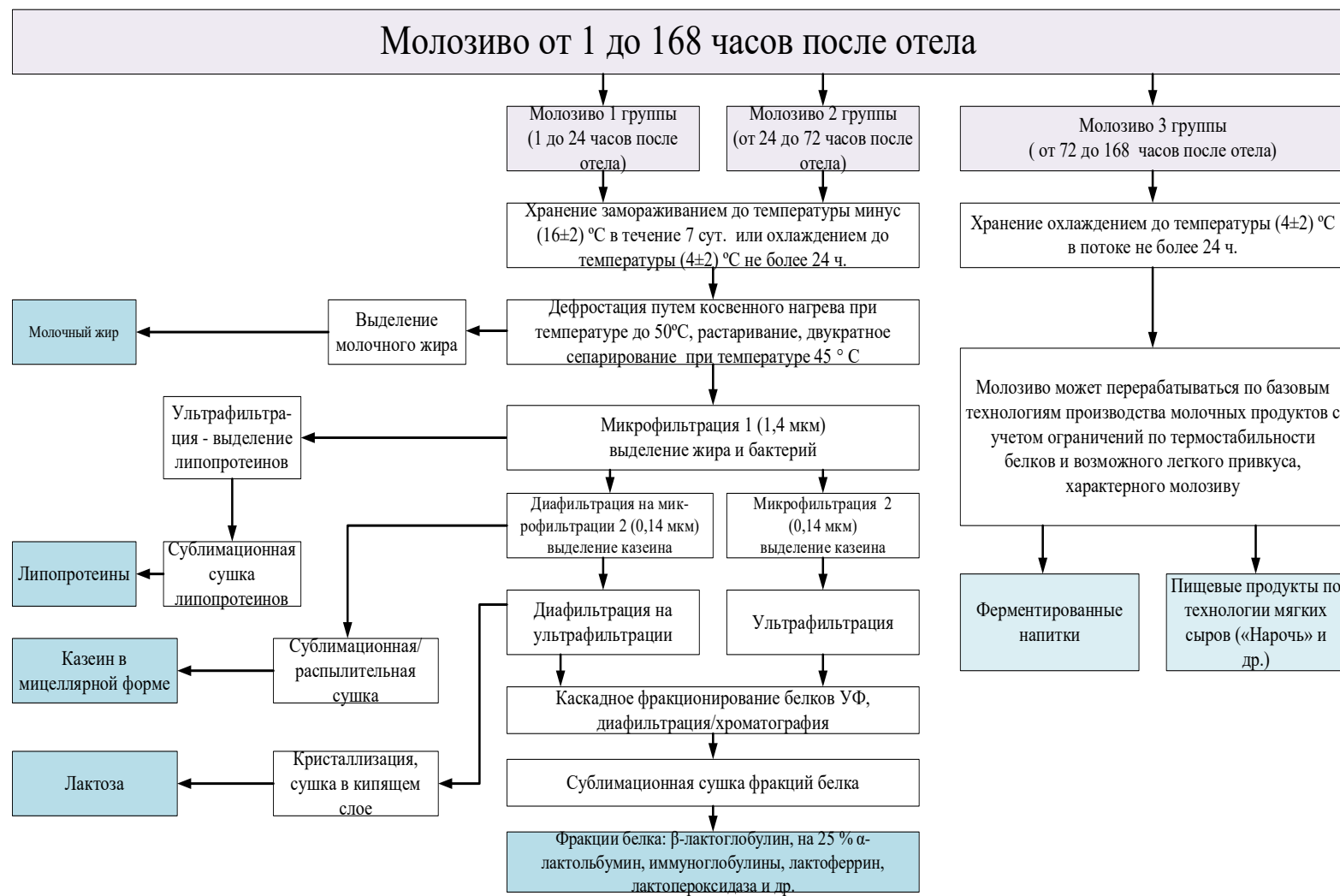


Рисунок 1 – Система технологических подходов к созданию продуктов на основе молозива
 Источник данных: собственная разработка

Растваривание, очистка, сепарирование. Размороженное молозиво подвергается раствориванию и подается через механический фильтр в асептически обработанный резервуар, из которого перекачивается в теплообменную установку для подогрева до температуры 45°C и поступает в сепаратор-сливкоотделитель, в котором подвергается двукратному сепарированию.

Выделенные молочивные сливки охлаждаются температуры (4±2)°C и направляют на резервирование при этой температуре.

Микрофилтрация. Обезжиренная фракция молозива при температуре 45°C поступает в установку микрофилтрации с размером пор мембран 1,4 мкм, в которой осуществляется удаление остатков жира и производится дополнительная очистка.

Базовые технологические операции производства сухих концентратов ингредиентов из молозива включают следующие мембранные процессы:

Микрофилтрация. Очищенная обезжиренная фракция молозива после установки микрофилтрации с размерами пор мембран 1,4 мкм поступает на установку микрофилтрации с размерами пор мембран 0,14 мкм. В результате осуществляется диафилтрация казеина в мицеллярной форме, который представляет собой нерастворимую форму казеина, отличающуюся медленным усвоением. Среди протеинов он представляет собой белок с очень высокой биологической ценностью, который, попадая в желудок, превращается в так называемые мицеллы. Данные казеиновые молекулы дают возможность белку сворачиваться в желудке в сгусток, который медленно усваивается и обеспечивает организм необходимыми аминокислотами в течение долгого промежутка времени [11, 12].

Ультрафилтрация жировой фракции. Полученная после микрофилтрации молозива жировая фракция из установки поступает на мембранное разделение ультрафилтрацией. При этом происходит концентрирование липопротеинов, которые представляют собой комплексы, состоящие из белков и липидов, являющихся структурными элементами клеточных мембран животных организмов, транспортными белками, транспортирующими холестерин и другие стероиды, фосфолипиды и др. [2, 12, 13].

Диафилтрация на ультрафилтрации, каскадное фракционирование белков. Для получения более чистых белковых фракций пермеат, полученный при микрофилтрации 2 обезжиренного молозива, подвергается диафилтрации: разбавлению деминерализованной водой с последующим направлением на соответствующую мембранную систему [14]. Результатом процесса является получение жидкого концентрата сывороточных.

С целью получения отдельных белковых фракций из концентрата сывороточных белков, полученного при ультрафилтрации, его направляют на более глубокое разделение с использованием хроматографии и диафилтрации. Указанный метод позволяет произвести разделение белкового компонента с сохранением его биологической ценности [15].

Сублимационная/ распылительная сушка концентрата. Полученные в ходе мембранной обработки казеин в мицеллярной форме, отдельные фракции белка, липопротеины направляются на сублимационную сушку, которая позволяет за счет вакуума и низких температур сохранять исходные свойства сырья, в частности биологическую ценность [16]. Параметры процесса определяются конструкцией применяемого аппарата.

Допускается производить сушку концентрата на распылительных сушильных установках. Параметры и режимы процесса определяются конструкцией применяемого аппарата.

Получаемый при баромембранном отделении белков пермеат может быть направлен для нормализации продуктов по массовой доле белка, сушку или на производство лактозы.

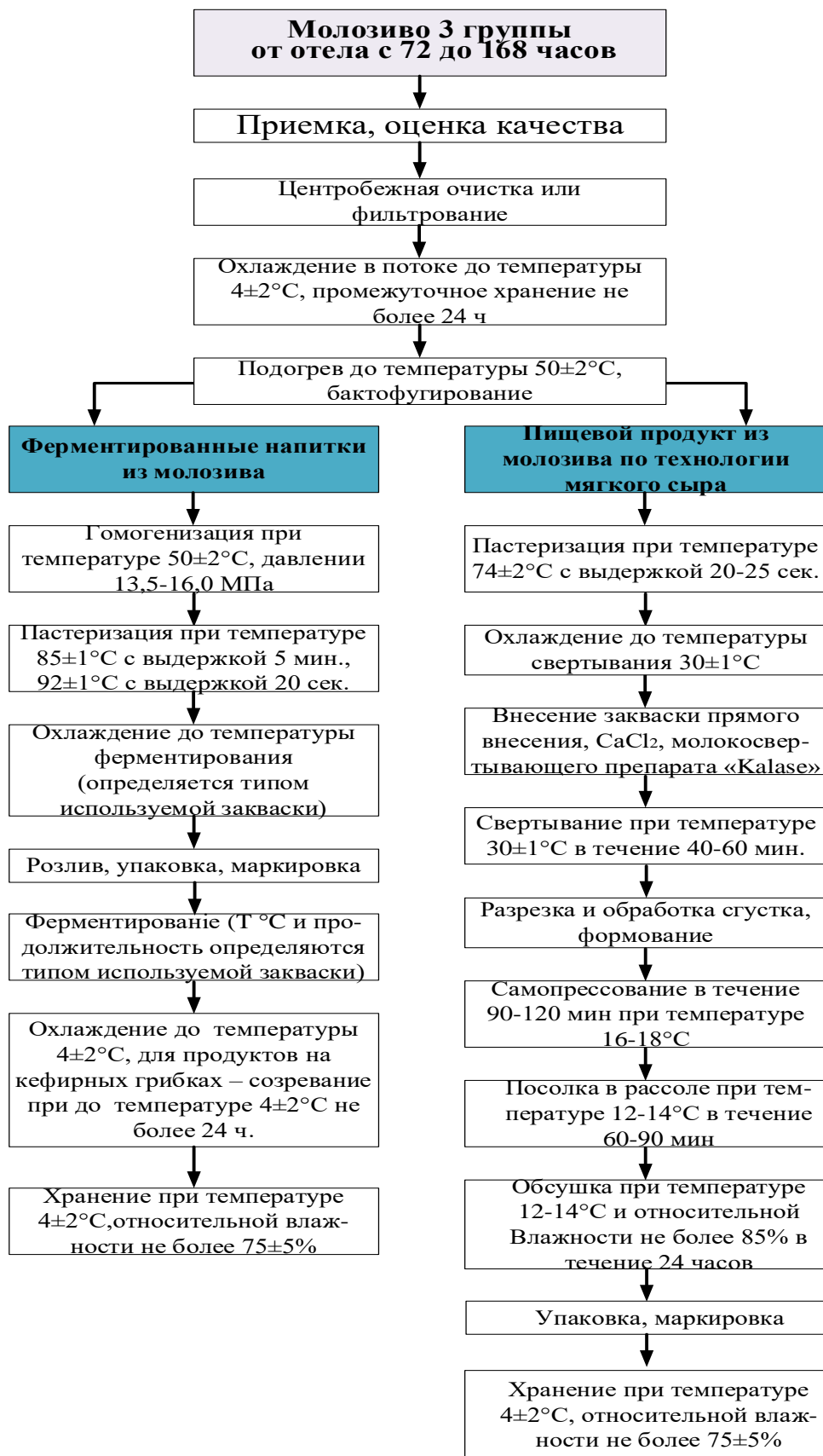


Рисунок 2 – Общая технологическая схема производства пищевых продуктов из молозива, собранного в период с 72 до 168 часов после отела

Источник данных: собственная разработка

Молозиво третьей группы с учетом его термостабильности предлагается перерабатывать в ферментированные напитки и мягкие сыры. Общая технологическая схема производства пищевых продуктов из молозива, собранного в период с 72 до 168 часов после отела, приведена на рисунке 2.

Необходимо отметить, что молозиво-сырье 3 группы, собранное в период от 72 до 168 часов после отела, должно быть охлаждено до температуры хранения и транспортировки, равной $(4\pm 2)^\circ\text{C}$. При указанном режиме сырье транспортируется на перерабатывающее предприятие. Допустимая продолжительность хранения молозива при температуре $(4\pm 2)^\circ\text{C}$ составляет не более 24 ч.

Согласно проведенным ранее исследованиям установлено, что наиболее подходящими заквасками для производства ферментированных напитков, исходя из качественных характеристик и продолжительности сквашивания, являются закваска, приготовленная на кефирных грибах, и комплексная закваска, состоящая из чистых культур лактококков и термофильного стрептококка. При этом для выработки ферментированных продуктов на основе молозива наиболее перспективным является термостатный способ производства, при котором сквашивание сырья осуществляется в потребительской таре. Данная технология позволяет получить продукты с ненарушенным ровным сгустком. Относительно небольшие объемы переработки молозива исключают при таком способе выработки большие производственные затраты на организацию термостатных камер.

Выводы. Таким образом, особенности состава и свойств молозива в течение начального периода лактации позволяют классифицировать его на три технологические группы и определить направления переработки каждой из них:

– со времени отела и до 72 часа после него (1 и 2 группы) – для получения компонентов с использованием технологий центрифугирования, мембранной фильтрации, хроматографии. Полученные ингредиенты могут быть использованы в качестве добавок для обогащения традиционных пищевых и кормовых продуктов, фармакологических субстанций;

– с 72 до 168 часов после отела (3 группа), молозиво может использоваться для выработки ферментированных продуктов (напитков и продукта пищевого по технологии мягкого сыра) с применением стандартных для молочной отрасли технологий, включая термическую обработку.

Список использованных источников

- | | |
|---|---|
| 1. Тренды в молочной промышленности [Электронный ресурс] // ООО «Милтекс». – Режим доступа: https://miltex.by/articles/health-lifestyle/trends/ – Дата доступа: 13.11.2024. | 1. Trendy v molochnoj promyshlennosti [Dairy Industry Trends] [Elektronnyj resurs] // ООО «Milteks». – Режим доступа: https://miltex.by/articles/health-lifestyle/trends/ – Data dostupa: 13.11.2024. |
| 2. Тепел, А. Химия и физика молока / А. Тепел ; пер. с нем. С. А. Фильчаковой. – СПб. : Профессия, 2012. – 831 с. | 2. Tepel, A. Himija i fizika moloka [Chemistry and Physics] / A. Tepel ; per. s nem. S. A. Fil'chakovoj. – SPb. : Professija, 2012. – 831 s. |
| 3. Горбатова, К. К. Химия и физика молока и молочных продуктов : учебник / К. К. Горбатова, П. И. Гунькова ; под общ. ред. К. К. Горбатовой. – СПб. : ГИОРД, 2012. – 336 с. | 3. Gorbatova, K. K. Himija i fizika moloka i molochnyh produktov [Chemistry and physics of milk and dairy products] : uchebnik / K. K. Gorbatova, P. I. Gun'kova ; pod obshh. red. K. K. Gorbatovoj. – SPb. : GIORД, 2012. – 336 s. |
| 4. Playford, R. J. Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders / R. J. Playford, C. E. MacDonald, W. S. Johnson // The Amer. J. of Clinical Nutrition. – 2000. – Vol. 72, № 1. – P. 5–14. | |

5. Kelly, G. S. Bovine colostrums: a review of clinical uses / G. S. Kelly // *Alternative Medicine Rev.* – 2003. – Vol. 8, № 4. – P. 378–394.
6. Godhia, M. L. Colostrum – its composition, benefits as a nutraceutical: review / M. L. Godhia, N. Patel // *Current Research in Nutrition a. Food Science J.* – 2013. – Vol. 1, № 1. – P. 37–47.
7. Лозовская, Д. С. Сравнительный анализ динамики изменения физико-химического состава и свойств молозива весенне-летнего и осенне-зимнего периодов получения / Д. С. Лозовская, А. Н. Михалюк, О. В. Дымар // *Сборник научных трудов УО «ГГАУ» «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы», Гродно-2017.* – с.183-185.
8. Лозовская, Д. С. Технологические свойства молозива / Д. С. Лозовская, О. В. Дымар. // *Молочная промышленность.* 2022. №1. – С. 55-57.
9. Молоко коровье. Требования при закупках : СТБ 1598-2006. – Взамен ГОСТ 13264-88 ; введ. 01.08.06. – Минск : Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2009. – 13 с.
12. Особенности получения и применения мицеллярного казеина в технологии молокоемких белковых продуктов / Е. И. Мельникова [и др.] // *Техника и технология пищевых пр-в.* – 2022. – Т. 52, № 3. – С. 592–601.
13. Шегидевич, Е. Д. Исследование технологических особенностей применения микрофльтрации при обработке обезжиренного молока / Е. Д. Шегидевич // *Пищевая пром-сть: наука и технологии.* – 2022. – Т. 15, № 4 (58). – С. 46–51.
14. Belitz, H.-D. Food chemistry / H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle. – 4th ed. – Berlin ; Heidelberg : Springer-Verlag, 2009. – 1070 p.
15. Дымар, О. В. Перспективы использования процесса ультрафльтрации при производстве высокобелковых молочных продуктов / О. В. Дымар, И. В. Миклух // *Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья : сб. науч. тр. / НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию, Ин-т мясо-молоч. пром-сти.* – Минск, 2009. – С. 79–93.
16. Дымар, О. В. Методы выделения белков молочной сыворотки / О. В. Дымар, Е. Е. Ныrkова, Е. Д. Шегидевич // *Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию, Ин-т мясо-молоч. пром-сти.* –
7. Lozovskaja, D. S. Sravnitel'nyj analiz dinamiki izmenenija fiziko-himicheskogo sostava i svojstv moloziva vesenne-letnogo i osenne-zimnego periodov poluchenija [Comparative analysis of the dynamics of changes in the physicochemical composition and properties of colostrum from the spring-summer and autumn-winter periods of production]/ D. S. Lozovskaja, A. N. Mihaljuk, O. V. Dymar // *Sbornik nauchnyh trudov UO «GGAU» «Sel'skoe hozjajstvo – problemy i perspektivy», Grodno-2017.* – s.183-185.
8. Lozovskaja, D. S. Tehnologicheskie svojstva moloziva [Technological properties of colostrum] / D. S. Lozovskaja, O. V. Dymar. // *Molochnaja promyshlennost'.* 2022. №1. – С. 55-57.
9. Moloko korov'e. Trebovanija pri zakupkah [Cow's milk. Requirements for purchases]: STB 1598-2006. – Vzamen GOST 13264-88 ; vved. 01.08.06. – Minsk : Belarus. gos. in-t standartizacii i sertifikacii, 2009. – 13 s.
12. Osobennosti poluchenija i primenenija micelljarnogo kazeina v tehnologii molokoemkih belkovyh produktov [Features of obtaining and using micellar casein in the technology of milk-intensive protein products] / E. I. Mel'nikova [i dr.] // *Tehnika i tehnologija pishhevych pr-v.* – 2022. – T. 52, № 3. – S. 592–601.
13. Shegidevich, E. D. Issledovanie tehnologicheskikh osobennostej primenenija mikrofil'tracii pri obrabotke obezzhirennogo moloka [Study of technological features of using microfiltration in processing skim milk] / E. D. Shegidevich // *Pishhevaja prom-st': nauka i tehnologii.* – 2022. – T. 15, № 4 (58). – С. 46–51.
15. Dymar, O. V. Perspektivy ispol'zovanija processa ul'trafil'tracii pri proizvodstve vysokobelkovyh molochnyh produktov [Prospects for using the ultrafiltration process in the production of high-protein dairy products] / O. V. Dymar, I. V. Mikluh // *Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja : sb. nauch. tr. / NAN Belarusi, Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po prodovol'stviju, In-t mjaso-moloch. prom-sti.* – Minsk, 2009. – S. 79–93.
16. Dymar, O. V. Metody vydelenija belkov molochnoj syvorotki [Methods for the isolation of whey proteins] / O. V. Dymar, E. E. Nyrkova, E. D. Shegidevich // *Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja : sb. nauch. tr. / Nac. akad. nauk Belarusi, Nauch.-prakt. centr NAN Belarusi po prodovol'stviju, In-t mjaso-*

Минск, 2012. – Вып. 7. – С. 82–91.

17. Поповский, В. Г. Основы сублимационной сушки пищевых продуктов / В. Г. Поповский. – М. : Пищевая пром-сть, 1967. – 104 с

moloch. prom-sti. – Minsk, 2012. – Vyp. 7. – S. 82–91.

17. Popovskij, V. G. Osnovy sublimacionnoj sushki pishhevyh produktov [Basics of Freeze Drying Foods] / V. G. Popovskij. – M. : Pishhevaja prom-st', 1967. – 104 s.