УДК 637.041
https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-5-21

Молочные ингредиенты – будущее молочной индустрии

Елена Ивановна Мельникова[1], д-р техн. наук, профессор кафедры
Елена Сергеевна Рудниченко[2], канд. хим. наук, ведущий специалист
Светлана Александровна Кузнецова[1], аспирант кафедры
[1]Воронежский государственный университет инженерных технологий
[2]ПАО Молочный комбинат «Воронежский»
E-mail: melnikova@molvest.ru

Рассмотрено новое направление переработки молока – получение функционально-технологических ингредиентов. Большое внимание уделено белковым компонентам, их составу, физико-химическим свойствам и сферам применения.

Ключевые слова: *концентрат молочных белков, изолят молочного белка, мицеллярный казеин.*

Melnikova E. I.[1], Rudnichenko E. S.[2], Kuznetsova S. A.[1] Milk ingredients are the future of dairy production
[1]Voronezh State University of Engineering Technologies
[2]PJSC Dairy Company «Voronezhskii»

The new area of milk processing is discussed in the article – the functional technological ingredient obtaining. Much attention is paid to protein components, their composition, physical and chemical properties and fields of application.

Key words: *dairy protein concentrate, dairy protein isolate, micellar casein.*

Современные тренды пищевой индустрии диктуют новые правила игры на рынке переработки молока. К актуальной тенденции, определяющей развитие молочной отрасли, относится производство молочных ингредиентов с высокой добавленной стоимостью, возможностью маневрирования структурой выпуска под требования рынка и ценовую конъюнктуру.

Макро- и микронутриентный состав молока, наличие в нем белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов и других биологически активных соединений позволяет рассматривать это сырье как ценный ресурс для производства ингредиентов. Причем сырьем может быть не только молоко, но и вторичные ресурсы — молочная сыворотка, пахта, так как степень перехода ценных нутриентов в эти полуфабрикаты достаточно высокая (табл. 1) [1–2].

Ассортимент функционально-технологических ингредиентов из молока достаточно широк. Прежде всего это так называемые базовые ингредиенты, а также ингредиенты глубокого фракционирования (табл. 2) [3].

Сфера применения молочных ингредиентов — мясная и рыбная промышленность, хлебопекарное и кондитерское производство, молочные продукты (йогурты, сыры, мороженое), бакалея (соусы, супы, приправы), производство ЗЦМ и кормов для сельскохозяйственных животных [4]. Однако основной драйвер развития этого сегмента — индустрия специализированного питания: детского, в том числе заменителей грудного молока; лечебного (энтерального и парентерального), спортивного и геродиетического питания, а также фармацевтическая отрасль.

По функционально-технологическим характеристикам, пищевой и биологической ценности наиболее значимые среди всего перечня ингредиентов белковые концентраты.

Мировое производство белковых ингредиентов из молока характеризуется высокими среднегодовыми темпами роста на уровне 5–10 % (рис. 1).

Существуют различные технологии производства белковых концентратов, которые определяют их функционально-технологические свойства. Это традиционное соосаждение белков молока с применением химических реагентов и мембранное фракционирование [5]. Химический состав белковых концентратов, выработанных по таким технологиям, сопоставим, однако их функциональные свойства существенно различаются.

Таблица 1

Продукты переработки молока, степень перехода сухих веществ

Компоненты молока (100 %)	Степень перехода, %		
	в обезжиренное молоко	в пахту	в молочную сыворотку
Молочный жир	1,4	14,0	5,5
Белок, всего В том числе:	99,6	99,4	24,3
казеин	99,5	99,5	22,5
сывороточные белки	99,8	99,6	95,0
Лактоза	99,5	99,4	96,0
Минеральные соли	99,8	99,6	98,0
Сухое вещество	70,4	72,8	52,0

Таблица 2

Ассортимент ингредиентов молока

Функционально-технологические ингредиенты	
Базовые ингредиенты	Молочный жир, белковые концентраты (казеин, казеинаты, концентраты и изоляты молочного белка, концентраты и изоляты сывороточного белка, гидролизаты, концентраты мицеллярного казеина, нативная сыворотка), пермеаты, лактоза, лактитол
Ингредиенты глубокого фракционирования:	
молочного белка	Лактоферрин, альфа-лактальбумин, иммуноглобулин, остеопонтин, ангеогенин, нуклеотиды
молочного жира	Фосфолипиды, мембрана оболочек жировых глобул молока
лактозы	Фукоза, тагатоза, лактулоза, галактоолигосахариды, лактосахароза
золы	Фосфаты, минеральные премиксы для детского питания

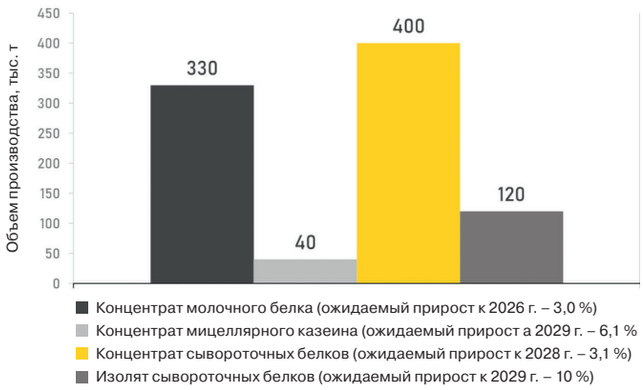

Рис. 1. Мировое производство белковых ингредиентов из молока Всего в 2021 г. в РФ импортировано 49 839,9 т молочных белковых ингредиентов. Собственное производство в РФ составило 3435 т (6,4 %). По данным Business Consult

Рис. 2. Фракционирование компонентов молока с применением мембранных технологий

Технология концентратов молочных белков, предусматривающая фракционирование белково-углеводного комплекса молока с применением мембранных методов, позволяет максимально сохранить нативные свойства белков и получить улучшенные функционально-технологические характеристики. Это такие процессы, как микро-, ультра-, нанофильтрация, обратный осмос, электродиализ с последующей распылительной сушкой (рис. 2). Ввиду нативности своего состава, высокой биологической ценности такие ингредиенты наиболее востребованы в специализированном питании.

По ассортименту концентратов молочных белков (КМБ) содержание белка варьирует от 42 до 85 %. Высококонцентрированные формы — изоляты молочного белка (ИМБ) содержат свыше 90 % молочного белка. Соотношение казеина и сывороточных белков в КМБ/ИМБ аналогично молоку и СОМ. Следовательно, биологическая ценность этих ингредиентов сопоставима (табл. 3).

По мере увеличения массовой доли белка содержание лактозы в концентратах и изолятах уменьшается, изменяется соотношение белок/лактоза, что позволяет адаптировать этот ингредиент для корректировки рецептур различных продуктов питания.

Как эти изменения влияют на свойства концентратов молочного белка? Высокое содержание лактозы создает сложности в некоторых пищевых продуктах, так как она вступает во взаимодействие с водой с образованием кристаллов, что ухудшает способность к нагреванию и плавлению, а со временем может изменить цвет, вкус и консистенцию конечного продукта. Кроме того, лактоза, как редуцирующий сахар, активно вступает в реакцию меланоидинообразования, что приводит к потемнению продукта и снижению биологической ценности.

Содержание минералов в белковых концентратах уменьшается незначительно, поскольку большая часть минеральных веществ (в том числе кальций) связана с казеинаткальцийфосфатным комплексом. Минеральный профиль КМБ изменяется: концентрация кальция увеличивается.

Наиболее распространены белковые концентраты КМБ-85, в которых массовая доля белка в пересчете на СОМО составляет не менее 85 % (табл. 4).

Таблица 3

Химический состав концентратов из молочного белка

Продукт	Белок, % в пересчете на СВ	Жир, %	Лактоза, %	Минеральные вещества, %	Вода, %	pH, ед.
КМБ 42	42,0	2,0	46,0	8,0	4,0–5,0	6,0–8,0
КМБ 56	56,0	1,5	30,0	7,5	4,0–5,0	6,0–8,0
КМБ 70	70,0	1,5	16,8	7,5	4,0–5,0	6,7–7,2
КМБ 80	80,0	1,5	5,8	7,4	4,0–5,0	6,5–7,0
КМБ 85	85,0	1,0	5,0	7,0	4,0–5,0	6,5–7,0
ИМБ	92,0	0,5	1,0	2,0	4,0–5,0	6,0–7,0

Таблица 4

Состав и свойства КМБ-85 различных производителей

Абсолютный белок, %	Белок, % в пересчете на СВ	Соотношение казеин/сывороточные белки	Жир, %	Лактоза, %	Зола, %	Влага, %	Микробиологические показатели, КОЕ/г, не более	Активная кислотность, ед. pH	Пригорелые частицы, диск	Насыпная плотность, г/см³
Молвест (Россия)										
82	85	80/20	1,5	5,0	7,0	5,0	10000	6,5–7,2	А/Б	360
Ledor85 Hochdorf (Швейцария)										
81	85	80/20	0,7	6,3	6,7	5,0	20000	6,5–7,0	А	330
Natra Pro Brand Saputo (Австралия)										
83	87	–	1,5	3,3	–	5,6	1500	7,1	А	460
PS-11-23 MPC-85 Baltmilk (Литва)										
80	85	92/8	2	5,5	8,5	6,0	30000	6,7–7,0	А/Б	400–540
Sure Protein 485 Fonterra (НоваяЗеландия)										
81	85	–	1,5	5,0	6,7	5,7	10000	7,1	А	400
Solmiko MPC (Ирландия)										
81	85	–	1	5,8	8,5	6,0	3000	6,7–7,2	А	300

Жестких требований, стандартизированных регламентами ISO, в отношении этих ингредиентов не существует. Как правило, массовая доля влаги в концентратах составляет не более 5–6 %, жира — не более 2 %, лактозы — не более 5 %. Важное значение имеют: активная кислотность, определяющая термостабильность концентратов; насыпная плотность и класс термообработки, который коррелирует с такими показателями, как наличие пригорелых частиц и индекс неденатурированного сывороточного азота. Чем он выше, тем в большей степени сохраняется нативная белковая структура КМБ.

Концентраты молочных белков характеризуются большей растворимостью, чем сухое обезжиренное молоко и казеинаты, способностью к взбиванию, связыванию воды, эмульгированию, улучшению текстуры, увеличению вязкости. Эти ингредиенты находят широкое применение в производстве кисломолочных напитков, сыров, сухих смесей, муссов, взбитых сливок, мясных продуктов, детском и клиническом питании как источник высококачественного белка в концентрированной форме.

Эмульгирующие свойства молочных белков важны в широком спектре пищевых рецептур: супы, забеливатели для кофе, заменители мясных продуктов и рекомбинированное молоко.

Относительно новый продукт на рынке молочных ингредиентов — концентрат мицеллярного казеина (КМК). Его мировой рынок оценивается в 480 млн долл. США и имеет среднегодовые темпы роста около 6 % (рис. 3).

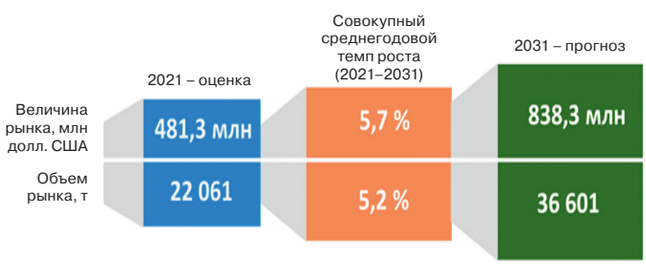

Рис. 3. Мировой рынок мицеллярного казеина

Доля рынка концентрата мицеллярного казеина в 2021 г. составляет 65,4 %: это наиболее крупный сегмент по типу продукции. Как ожидается, в прогнозируемый период эта доля еще возрастет. По областям применения: в 2021 г. 23,6 % рынка КМК пришлось на производство биодобавок к пище. Также более высокий совокупный среднегодовой темп роста — 6,6 % будет демонстрировать его применения в целях обогащения продуктов белком. Среди каналов продаж КМК в 2021 г. преобладал сегмент B2B — 96,6 %. Производители используют мицеллярный казеин как ингредиент для изготовления своей продукции. Из общего объема потребления на мировом рынке мицеллярного казеина 41,7 % приходились на Европу.

Мицеллярный казеин обеспечивает потребителям 9 незаменимых аминокислот и пользу для здоровья. По причине высокого содержания белка, натуральности и отсутствия добавок этот продукт все активнее используют производители молочных продуктов, детских смесей, хлебобулочных изделий, спортивного, лечебного питания, добавок к пище. Оценочный абсолютный прирост стоимости рынка в 2021–2031 гг. 356,9 млн долл. США.

В чем особенность этого ингредиента? По сравнению с традиционными концентратами молочных белков, в которых соотношение белковых фракций казеин:сывороточный белок составляет 80:20, в мицеллярном казеине это соотношение изменено — 95:5 [6, 7]. Ввиду данной модификации КМК характеризуется улучшенными функционально-технологическими свойствами: высокой термостабильностью (устойчив к температурам выше 80 °С при нейтральном pH), быстрой растворимостью в воде, смачиваемостью и диспергируемостью, способностью к структурообразованию и получению вязких растворов при температуре ниже 15 °С.

Сферы применения мицеллярного казеина: кондитерское производство, мясные продукты, напитки, лечебное и детское питание. Кроме того, КМК используется в биодобавках как носитель активных веществ (около 23 % от всего производства), в индустрии лечебного и спортивного питания как компонент, обеспечивающий сбалансированный аминокислотный профиль и положительный азотистый баланс в течение длительного периода времени, в сыроделии — для оптимизации технологии и снижения производственных затрат [8].

На наш взгляд, ингредиентам из молока принадлежит большое будущее, так как у населения все больше возрастает интерес к продуктам здорового питания с чистой этикеткой, а молочные ингредиенты ее обеспечивают полностью. За этим будущее и молочной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ***Мельникова, Е. И.*** *Мировой и российский рынок сывороточных ингредиентов/Е. И. Мельникова, Е. В. Богданова, Д. А. Павельева// Молочная промышленность. 2020. № 8. С. 56–58.*
2. ***Топникова, Е. В.*** *Направления рационального использования пахты при производстве молочной продукции/Е. В. Топникова, Н. В. Иванова, В. А. Мордвинова// Сыроделие и маслоделие. 2022. № 6. С. 42–45.*
3. ***Волкова, Т. А.*** *Концентраты сывороточных белков. Комментарии к изменению ГОСТ Р 53456–2009/Т. А. Волкова, Н. Н. Оносовская// Сыроделие и маслоделие. 2022. № 4. С. 38–39.*
4. ***Мельникова, Е. И.*** *Пермеаты молочного сырья как новые продукты на российском рынке/Е. И. Мельникова, Е. С. Рудниченко, Д. А. Павельева// Переработка молока. 2022. № 7. С. 38–39.*
5. ***Володин, Д. Н.*** *Мембранные технологии переработки сыворотки: эффективные и рентабельные решения/Д. Н. Володин, А. С. Гридин, В. К. Топалов [и др.]// Переработка молока. 2022. № 7. С. 6–11.*
6. ***Мельникова, Е. И.*** *Особенности получения и применения мицеллярного казеина в технологии молокоемких белковых продуктов/Е. И. Мельникова, Е. В. Богданова, Е. Б. Станиславская, Е. Д. Шабалова// Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52. № 3. С. 592–601.*
7. ***Володин, Д. Н.*** *Концентрат мицеллярного казеина: принцип фракционирования, свойства и возможности использования/Д. Н. Володин, И. А. Евдокимов, И. К. Куликова, В. К. Топалов// Молочная промышленность. 2022. № 10. С. 44–48.*
8. ***Мельникова, Е. И.*** *Концентраты белков молока: функционально-технологические свойства и применение/Е. И. Мельникова, Е. Б. Станиславская// Молочная промышленность. 2022. № 11. С. 28–30.*