

## **СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТОВ СЫВОРОТОЧНЫХ БЕЛКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

д.т.н., проф. Токаев Э.С., Баженова Е.Н., Мироедов Р.Ю.

Московский государственный университет прикладной биотехнологии

Развитие сегмента функциональных продуктов питания – одна из наиболее актуальных и перспективных тенденций пищевой индустрии. По прогнозам аналитиков объем мирового рынка функциональных продуктов питания к 2008 году достигнет 70 млрд. долларов. [2]

В России, несмотря на относительно свободную нишу функциональных продуктов, процесс насыщения происходит значительно быстрее по сравнению с 2003 - 2005 годами. На сегодняшний день среди существующих групп функциональных продуктов питания наиболее динамичный рост на рынке демонстрируют функциональные напитки, к которым относятся спортивные, энергетические, нутрицевтические напитки и напитки группы «здоровье» [1,2,5,13]. Функциональные напитки – это наиболее удобная и доступная форма для коррекции пищевого статуса человека путем обогащения физиологически функциональными ингредиентами, оказывающими благоприятное влияние на обмен веществ и иммунитет организма.

Одним из приоритетных направлений в производстве функциональных напитков является применение современных полифункциональных ингредиентов. В данном направлении постоянно ведутся разработки новых технологий производства этих ингредиентов, исследуются их технологические и функциональные свойства, механизмы взаимодействия с различными биосистемами.

Использование современных технологий и последних научных достижений позволяет производителям разрабатывать рецептуры новых продуктов с заданными органолептическими параметрами и функциональной направленностью на основе и с применением полифункциональных ингредиентов.

Особый интерес при производстве функциональных напитков представляют белковые препараты животного происхождения – сывороточные белки.

Сывороточные белки представляют собой группу различных фракций глобулярных белков, отличающихся друг от друга по структуре и свойствам, и составляют 20% всех белков молока. Главными представителями сывороточных белков являются  $\beta$ -лактоглобулин (50-55%) и  $\alpha$ -лактальбумин (20-25%). Остальное количество сывороточных белков приходится на альбумин сыворотки крови, иммуноглобулины, многочисленные минорные белки, например лактоферрин, лактопероксидаза и другие ферменты [3,7,8].

Сухая сыворотка из-за высокого содержания в ней лактозы (70 – 85%) находит ограниченное применение в производстве функциональных напитков. В последнее время все более широкое распространение получают продукты ультра- и нанофильтрации сыворотки - концентраты и изоляты, а также продукты ферментативного расщепления сывороточных белков - гидролизаты.

Концентрат сывороточного белка получают из сладкой сыворотки путем ультрафильтрации. После ультрафильтрации сыворотка обогащается белком, а количество воды, лактозы и минеральных веществ в ней значительно снижается [3].

Содержание лактозы и жира в белковых концентратах можно понизить (при соответствующем повышении концентрации белка до 90-95%) путем использования процесса нанофильтрации. В

результате получают изоляты сывороточных белков, обладающие не только улучшенными функционально-технологическими свойствами, но и высокой биологической ценностью[3].

Гидролиз изолятов сывороточных белков позволяет получить белковые гидролизаты – продукты с высоким содержанием свободных аминокислот и низкомолекулярных полипептидов. В зависимости от содержания аминокислот, молекулярной массы полипептидной фракции, наличия ди-, три- и олигопептидов может быть определена область наиболее эффективного использования гидролизатов. К белковым гидролизатам, получаемым для пищевых целей важным показателем являются органолептические свойства и биологическая ценность[3].

Сравнительная характеристика химического состава изолята, концентрата и гидролизата сывороточных белков представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Химический состав препаратов сывороточного белка**

<b>Продукт</b>	<b>Белок, %</b>	<b>Жир, %</b>	<b>Углеводы (лактоза), %</b>	<b>Зола, %</b>	<b>Вода, %</b>
<b>Концентрат сывороточного белка</b>	25 - 80	2 - 6	5 - 70	3 - 8,5	>5
<b>Изолят сывороточного белка</b>	90 - 95	0,5 - 1,5	1 - 2	2,5 - 5	>5
<b>Гидролизат сывороточного белка</b>	80 - 92	1 - 7	1 - 5	3,5 - 5	>5

Основными критериями выбора препаратов белков, используемых при создании функциональных напитков, являются

физико-химические характеристики, биологическая ценность и стоимость.

Требования к физико-химическим характеристикам используемого белка различаются в зависимости от вида производимого из него напитка и используемой технологии. При этом возникает вопрос, какие физико-химические характеристики белка имеют первостепенное значение. Точный ответ может быть сформулирован только при наличии четкого представления о структуре, технологических и потребительских свойствах разрабатываемого продукта.

Наиболее важными физико-химическими характеристиками белка при производстве функциональных напитков являются его растворимость, вязкость, эмульсионные свойства и диспергируемость.

Сывороточные белки обладают высокой растворимостью, однако во время нагревания и обработки химическими веществами белковых растворов необходимо соблюдать определенную осторожность во избежание денатурации белков, снижающей их растворимость. Тепловая обработка в интервале температур 60 - 140°C вызывает значительное изменение структуры и растворимости сывороточных белков, в том числе и таких сравнительно термостабильных, как  $\alpha$ -лактальбумин и  $\beta$ -лактоглобулин. Чувствительность к тепловой денатурации в большей степени зависит от pH раствора. Наиболее чувствительны к тепловой обработке белки при pH 4,6, а также в интервале 5,8-6,2, минимум чувствительности они проявляют при pH 2,5 – 3,5 и выше 6,5[3,4,7].

Установлено, что растворимость в воде препаратов молочных белков зависит от способа их получения. Растворимость большинства концентратов сывороточных белков, полученных ультрафильтрацией, составляет около 90 % в интервале pH 3 – 8 (максимальная

растворимость до 96% наблюдается при рН 6,5). Растворимость концентратов сывороточных белков, полученных термокоагуляцией, при рН 2,5-3,0 составляет 78%, а при рН 3,5 - 51%. Белковые изоляты, выделенные с помощью технологии нанофильтрации, имеют растворимость 98 % при рН 3, и лишь 35% при рН 4,5. Основным фактором, существенным образом, снижающим растворимость сывороточных белков при нейтральных рН, является присутствие ионов двухвалентных металлов, в частности кальция и магния. Избежать снижения растворимости белков можно путем введения ионов кальция в продукт в связанной форме - в виде протеинатов. Не менее эффективным способом регулирования растворимости белков является использование гидролиза, который повышает растворимость белков в кислой среде и в присутствии ионов кальция[3,4]. Таким образом, высокая растворимость сывороточных белков в широком диапазоне значений рН, позволяет использовать их в напитках с различной кислотностью, однако низкая термостабильность ограничивает их применение в технологии производства готовых напитков.

Вязкость препаратов сывороточных белков зависит от условий и технологии их получения. Концентраты и изоляты сывороточных белков полученные ультра- и нанофильтрацией, имеют сравнительно низкую вязкость (1 % раствор - около  $1 \cdot 10^{-3}$  Па·с). При этом увеличение концентрации раствора до 10% влечет за собой увеличение вязкости до  $(3 - 5) \cdot 10^{-3}$  Па·с. Вязкость растворов гидролизатов сывороточных белков существенно ниже по сравнению с концентратами и изолятами и не превышает  $1,5 \cdot 10^{-3}$  Па·с в диапазоне концентрации раствора от 1 до 10%[4]. Данные свойства белков делают возможным их использование в высококалорийных напитках, в рецептурах которых может содержаться до 10 % белка.

Таким образом, низкие значения вязкости водных растворов препаратов сывороточных белков позволяют использовать их как в производстве продуктов зондового питания, так и в функциональных напитках, предназначенных для широкого круга потребителей.

При производстве готовых функциональных напитков с высоким содержанием белка необходимо учитывать их высокую способность к гелеобразованию при определенных условиях. Растворы концентратов сывороточных белков образуют гели при концентрации белка больше 8 – 10 % и нагревании до температуры 80 – 85 °С и выше. При этом прочность геля возрастает с увеличением ионной силы и рН с 4,5 до 7,5. Исключительно высокой способностью обладают изоляты сывороточных белков. Они образуют гели при температуре 56 – 58 °С и рН 7 – 9[4].

Эмульсионные свойства сывороточных белков ниже по сравнению со свойствами казеинатов. Вместе с тем концентраты сывороточных белков, полученные из подсырной и солянокислой казеиновой сыворотки, имеют эмульгирующую способность, почти не уступающую способности яичного белка. Так, в 100 мл 0,1 %-ного раствора белкового концентрата может быть эмульгировано 34-42 г жира[3].

Диспергируемость является одной из важных физико-химических характеристик препаратов сывороточных белков при производстве инстантных напитков. Диспергируемость зависит от способа получения препарата и характеризует его способность к смачиванию, набуханию и дальнейшему переходу в раствор. Как правило, изоляты и гидролизаты сывороточных белков обладают более высокой диспергируемостью по сравнению с концентратами.

На протяжении многих лет сыворотку считали отходом производства, не предавая значения её биологической ценности.

Однако научные исследования последних 10 – 15 лет выдвинули на первый план благоприятное воздействие белков сыворотки на организм человека, тем самым, позволяя их отнести к физиологически функциональным пищевым ингредиентам.

Функциональные напитки на основе и с включением в рецептуру сывороточных белков – прекрасный выбор для лиц всех возрастов, которые ценят свое здоровье и стремятся сохранить и укрепить его.

Потребление напитков, заменяющих прием пищи, содержащих сывороточные белки, позволяет легко и достаточно быстро, за счет их высокой усвояемости, компенсировать дефицит эссенциальных аминокислот, утолить чувство голода и контролировать массу тела.

Сывороточный белок считается «золотым стандартом» белка в питании спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни. Высокое содержание аминокислот с разветвленной цепочкой (АРЦ – изолейцин, лейцин, валин), глутаминовой кислоты и незаменимых аминокислот способствует минимизации отрицательного воздействия на организм последствий тяжелых физических нагрузок, наращиванию мышечной массы и повышению спортивных результатов[6,12].

Недавно проведенные научные исследования показали, что белки молочной сыворотки заметно снижают кровяное давление и уровень холестерина в крови, препятствуя возникновению сердечно-сосудистых заболеваний[16].

Сывороточный белок является наилучшим решением при создании функциональных напитков для онкологических больных, имеющих трудности с приемом пищи в связи с тошнотой и отсутствием аппетита. Органолептические свойства сывороточных белков позволяют создавать гиперпротеиновые нутрицевтические напитки без постороннего привкуса[9].

Напитки, обогащенные сывороточным белком, способствуют повышению содержания в тканях организма человека глутатиона – наиболее важного природного антиоксиданта, стимулируя иммунную активность организма в отношении с ВИЧ-инфекцией и раком[9,10].

Низкий гликемический индекс сывороточных белков позволяет оптимизировать выделение инсулина, регулируя уровень глюкозы в крови, тем самым, предотвращая возникновение диабета 2-го типа[14].

В сывороточных белках содержатся отдельные фракции глобулярных белков, которые выполняют важные биологические функции, представленные в табл.2 [12,13,14,15,16].

Таблица 2

**Биологические функции основных фракций сывороточных белков**

<b>Фракция сывороточного белка</b>	<b>Содержание в сывороточном белке, %</b>	<b>Основные биологические функции</b>
$\beta$ -Лактоглобулин	50 – 55	- выполняет транспортную роль в переносе жирорастворимых витаминов в кишечник; - один из лучших источников незаменимых аминокислот и аминокислот с разветвленной цепочкой
$\alpha$ – Лактальбумин	20 – 25	- проявляет противораковую активность; - содержит высокий уровень триптофана, снижая восприимчивость к стрессу; - один из лучших источников незаменимых аминокислот и аминокислот с разветвленной цепочкой
Иммуноглобулины	10 – 15	- обладают защитными

		свойствами, нейтрализуя вредное действие чужеродных белков; - проявляют иммуномодулирующую активность
Альбумин сыворотки крови	5 – 10	- источник незаменимых аминокислот
Гликомакропептиды	2 – 5	- проявляют иммуномодулирующую активность и обеспечивают местную защиту кишечника новорожденных от возбудителей кишечных заболеваний, вирусов и токсинов; - стимулируют выработку гормона – холецистокинина, отвечающего за чувство насыщения после еды; - являются «идеальным» источником белка для больных фенилкетонурией (из-за низкого содержание фенилаланина)
Лактоферрин	1 – 2	- проявляет антагонистическую активность к патогенной микрофлоре кишечника; - стимулирует рост полезной микрофлоры кишечника; - связывает и переносит железо в организм новорожденного; - проявляет иммуномодулирующую, противовирусную, противораковую активность

Гидролизаты сывороточных белков обладают важными физиологическими свойствами: более высокой адсорбцией ди- и

трипептидов в ЖКТ по сравнению с интактными белками и свободными аминокислотами, что наиболее выражено при стрессовой ситуации, нарушении функции кишечника или при необходимости введения больших количеств белка. Также гидролизаты, как правило, используются в гипоаллергенных продуктах специализированного питания. Например, в настоящее время в производстве гипоаллергенных детских продуктов в США преимущественно используют гидролизаты казеина, а в Европе - гидролизаты сывороточных белков [4, 12].

Суммируя все полезные свойства сывороточных белков, вряд ли стоит убеждать специалистов пищевой промышленности в целесообразности их использования. Обилие препаратов сывороточных белков, различающихся по составу, свойствам, назначению и цене в состоянии удовлетворить любого взыскательного потребителя. Однако в связи с продолжающимся становлением и стабилизацией российской экономики, отечественные предприятия в первую очередь ориентируются на стоимость и в меньшей степени на технологические и функциональные свойства препаратов сывороточных белков. Поэтому их ассортимент на отечественном рынке достаточно узок и однообразен и представлен недорогими препаратами импортных фирм-производителей (например, «Milei» Германия, «Lactalis» Франция, «Hiprotal» Нидерланды).

Использование подобных препаратов сывороточных белков не всегда позволяет добиться нужного технологического эффекта и получить продукт с заданными органолептическими свойствами и функциональной направленностью.

Одним из направлений в современной пищевой технологии является дальнейшее исследование технологических свойств белков молочной сыворотки, их влияние на организм человека с целью

создания пищевых продуктов с заданными характеристиками (пищевой ценностью и лечебными свойствами).

В отделе специализированного питания ПНИЛЭФМОПП МГУПБ ведутся работы по созданию рецептур и технологии производства нутрицевтических и спортивных напитков на основе препаратов сывороточных белков. Исследование функционально-технологических свойств белков, их взаимодействия с другими ингредиентами пищевой системы позволяет добиваться синергического эффекта и получать новые продукты, не имеющие аналогов по своему составу и функциональным свойствам.

Потенциальные пути использования препаратов сывороточных белков огромны. По прогнозам аналитиков к 2008 - 2010 годам потребители смогут найти сывороточные белки в составе многочисленных продуктов, например, в таких как, энергетические напитки, изотонические напитки, безалкогольные газированные воды, холодный чай и др. [11].

Таким образом, комплекс функционально-технологических свойств сывороточных белков в совокупности с биологической ценностью делает их идеальным компонентом в производстве функциональных напитков.

#### Список литературы:

1. Бурмистров Г.П., Малина Н.А., Макаров П.П., Швецев Л.Ф. Медико-социальные аспекты использования функциональных напитков в питании//Пиво и напитки. 2003. №2. С.72-73.
2. «Выделиться из толпы» //Food & Drinks. Продукты и напитки. 2006. №9. С. 38 – 46.
3. Горбатова К.К. Химия и физика белков молока. – М.: Колос. 1993. 192с.

4. Гурова Н.В. Физико-химические принципы технологий жидких белоксодержащих эмульсионных продуктов для специализированного питания. Автореферат на соискание степени д.т.н. – М.: 2003. – 51 с.
5. Дьяченко М.А., Филатова И.А., Колеснов А.Ю., Кочеткова А.А. Спортивные и энергетические напитки//Пиво и напитки. 2000. №2. С.42 - 44.
6. Карелин А.О. Правильное питание при занятиях спортом и физкультурой. - СПб.: Диля, 2003. – 248с.
7. Кравченко Э.Ф., Свириденко Ю.Я. Плисов Н.В. Состав и некоторые функциональные свойства белков молока// Молочная промышленность.2005. №11, С.42-45.
8. Нечаев А.П. Пищевая Химия – СПб.: Гиорд, 2001. 510с.
9. Bounous, G., S. Barauchel, et al. (1992). “Whey Proteins as a Food Supplement in HIV Seropositive Individuals.” *Clinical and Investigative Medicine* 16(3): 204-209.
10. Counous G. (2000). Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. *Anticancer Res*, 20(6C):4785 – 4792.
11. Functional drinks: the taste of the future//*Drink Technology & Marketing*. 2004. №9-10. pp. 8-10.
12. Ha E, Zemel MB. (2003). Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids; mechanisms underlying health benefits for active people (review). *J Nutr Biochem*, 14(5):251 – 258.
13. Hahn P. Vom Klassiker Wasser zu Energy – Drinks und Functional drinks//*Flüssiges Obst*. 2000. № 4. pp. 218 – 223.
14. Harper WJ. Biological Properties of whey components. A Review. Chicago, IL : The American Dairy Products Institute. 2000.

Современный опыт и перспективы использования препаратов сывороточных белков в производстве функциональных напитков./ Токаев Э.С., Баженова Е.Н., Мироедов Р.Ю./ – Молочная промышленность, №10, 2007. – С.55-56.

15. Pihlanto-Lippala, A. Bioactive peptides derived from bovine whey proteins. Trends Food Sci. Technol.11: 347, 2001.
16. Takano T. Milk derived peptides and hypertension reduction. Int. Dairy Journal. 1998; 8:375-381.