УДК/UDC 637.146.3 DOI: 10.21323/978-5-6041190-3-7-2018-2-64-69

Зобкова З.С., д.т.н., доцент, зав. лаб., Фурсова Т.П., к.т.н., в.н.с., Зенина Д.В., к.т.н., с.н.с.
ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности» (Россия, г. Москва)

ВЫБОР БЕЛКОВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ, ОБОГАЩАЮЩИХ И МОДИФИЦИРУЮЩИХ СТРУКТУРУ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ

Аннотация. Одним из приоритетных направлений государственной политики в области здорового питания является создание технологий качественно новых пищевых продуктов, предназначенных не только для дифференцированного обеспечения потребностей человека в пищевых веществах и энергии, но и способствующих профилактике различных заболеваний, укреплению защитных функций организма и адекватной адаптации человека окружающей среде. В этом ракурсе среди молочных продуктов наиболее интересны кисломолочные продукты, которые обладают множеством полезных свойств, а также популярны у населения. Для сохранения высокого качества и конкурентоспособности молочной продукции, учитывая требования ТР ТС 033/2013, необходимо использовать только натуральные молочные компоненты. Среди молочного белоксодержащего сырья, представленного на рынке, сывороточные белковые концентраты и изоляты имеют наиболее широкий спектр функциональных свойств, обеспечивающих необходимую гелеобразующую, загущающую, влагосвязывающую, пенообразующую и пеностабилизирующую способность, стабилизацию эмульсий и суспензий, корректировку цвета. В работе обосновано совместное применение концентрата молочного белка в качестве ингредиента, повышающего пищевую ценность кисломолочных напитков, и фермента трансглутаминазы с целью улучшения органолептических показателей, повышения вязкости, влагоудерживающей способности продуктов, изготовляемых резервуарным способом.

Ключевые слова: йогурт, концентрат молочного белка, трансглутаминаза, вязкость, органолептические показатели, влагоудерживающая способность.

Z.S. Zobkova, Doctor of Technical Science, Docent, Head of Laboratory, T.P. Fursova, Candidate of Technical Science, Leading Researcher, D.V. Zenina, Candidate of Technical Science, Senior Researcher
All-Russian Research Institute of Dairy Industry, Moscow, Russia

PROTEIN INGREDIENTS SELECTION, ENRICHING AND MODIFYING THE OXIDUM DRINKS STRUCTURE

Annotation. One of the priority directions of the state policy in the field of healthy nutrition is the creation of technologies for qualitatively new food products, designed not only to differentiate the human needs for food substances and energy, but also to prevent various diseases, strengthen the protective functions of the body and adequate human adaptation to the environment. In this perspective, among dairy products, the most interesting are fermented milk products, which have many useful properties, and are also popular with the population. To maintain the high quality and competitiveness of dairy products, taking into account the requirements of TR TC 033/2013, it is necessary to use only natural dairy components. Among the milk protein-containing raw materials on the market, whey protein concentrates and isolates have the widest range of functional properties that provide the necessary gelling, thickening, moisture-binding, foaming and foam stabilizing capacity, stabilization of emulsions and suspensions, color correction. The joint use of milk protein

concentrates as an ingredient increasing the nutritional value of fermented drinks and the enzyme transglutaminase is substantiated in order to improve the organoleptic parameters, increase the viscosity, and the water-holding capacity of products, manufactured by the tank method.

Key words: yoghurt, milk protein concentrate, transglutaminase, viscosity, organoleptic parameters, water retention capacity.

Существует ряд пищевых продуктов, используемых в здоровом питании. Среди них большое место отводится молоку и молочным продуктам. Высокая питательная ценность молока обусловлена оптимальным содержанием в нем необходимых для питания человека белков, жиров, углеводов, минеральных веществ (Ca, P, K, Na, Mg, S) и витаминов в таком соотношении, при котором они легко усваиваются организмом [1]. Как известно, первое место из составных частей молока по значению в питании занимают молочные белки. Коллоидное состояние белков определяет их легкую доступность и перевариваемость протеолитическими ферментами [2]. Уникальные свойства молочных белков используются в производстве целого ряда молочных продуктов, таких как различные виды сыров и ферментированных молочных продуктов, которые являются также основным естественным средством поддержания нормального биоценоза кишечника человека. Молоко в среднем содержит около 3,0% белка, состоящего из двух основных фракций: казеина и сывороточного белка в пропорциях 80:20, соответственно.

Один из способов устранения дефицита белка в питании населения – обогащение белком часто потребляемых продуктов, в частности, молочных продуктов и напитков [2,3,4].

Для сохранения высокого качества и конкурентоспособности молочной продукции, учитывая требования ТР ТС 033/2013, необходимо использовать только натуральные молочные компоненты. При этом важны их функционально-технологические свойства, биологическая ценность, рыночная доступность и экономические показатели.

Среди молочного белоксодержащего сырья, представленного на рынке, сывороточные белковые концентраты и изоляты имеют наиболее широкий спектр функциональных свойств, обеспечивающих необходимую гелеобразующую, загущающую, влагосвязывающую, пенообразующую и пеностабилизирующую способность, стабилизацию эмульсий и суспензий, корректировку цвета.

Сывороточные белки содержат полный спектр незаменимых аминокислот, включая аминокислоты с разветвленной цепью лейцин, изолейцин и валин (BCAA), обладающие специфическими биологическими функциями. В частности, BCAA необходимы для роста и восстановления тканей, лейцин играет ключевую роль в синтезе белка в клетке, серосодержащие аминокислоты цистеин и метионин, способствуют повышению иммунной функции.

Сывороточные белковые изоляты и концентраты широко используются в пищевых продуктах, особенно в диетическом и детском питании, в специальном питании для спортсменов, пожилых людей, детей и беременных [5].

На основе концентрата денатурированных (партикулированных) сывороточных белков получены белковые имитаторы жира, такие как Simplesse®-100, NandiProteins, различные ингредиенты фирмы «Arla Ingredients» и др. Частицы партикулята придают сливочность низкожирным продуктам, тем самым имитируя некоторые желаемые характеристики, присущие жиру. Однако, белковые имитаторы жира не нашли широкого применения в России и в настоящее время отсутствуют на российском рынке. Необходимо отметить что, несмотря на привлекательность сывороточных белков с точки зрения биологической ценности, объем их применения в кисломолочных напитках ограничен рядом свойств. Во-первых, они обладают довольно низкой термоустойчивостью и выпадают в осадок при температурах пастеризации, принятых при производстве кисломолочных напитков, во-вторых, при сквашивании образуют слабый, непрочный сгусток [6].

В пищевых композициях для моделирования и/или улучшения текстуры и физико-химических свойств конечного продукта, а также для повышения уровня белка используются

казеинаты, обладающие высокой влагосвязывающей и загущающей способностью. Кроме того, казеинаты широко используются во взбитых и эмульсионных изделиях, что обусловлено их способностью образовывать пленки [4,7]. Однако объем применения казеинатов также ограничен в связи с их сильным влиянием на вязкость продукта и сложностью растворения.

В настоящее время все большее применение находят сгущенные и сухие консервы из обезжиренного молока, пахты и сыворотки. Консервы из вторичных продуктов переработки молока широко применяются при производстве различных молочных продуктов, таких как плавленые сыры, мороженое, кисломолочные продукты. В тоже время молочные консервы содержат большое количество лактозы, что нежелательно для диетических продуктов.

В отличие от вышеупомянутых молочных консервов молочно-белковые концентраты (КМБ) содержат около 80% белка, примерно 5% лактозы. КМБ, как правило, производятся с применением ультрафильтрации. При этом устраняется большинство жиров и углеводов, а казеин и сывороточные белки остаются в значительной степени неизменными. Изолят молочного белка содержит 90% белка и незначительное количество лактозы и жира. Получают его путем осаждения белков казеина и сыворотки из обезжиренного молока. В этом случае используется диафильтрация, мембранный процесс, в ходе которого вымывается лактоза.

Современные технологии производства пищевой продукции предусматривают комплексное использование различных пищевых добавок, которые помимо обогащения, улучшают органолептические, структурно-механические и физико-химические показатели готовых продуктов.

Для улучшения консистенции кисломолочных продуктов в настоящее время нередко применяют ферментативное сшивание казеина трансглутаминазой (ТГ). Кислотно-индуцированное гелеобразование сшитого трансглутаминазой казеина, приводит к образованию более тонко организованной белковой сети с более высокой влагоудерживающей способностью, прочностью и вязкостью. При этом проведенными исследованиями показано, что ограниченное сшивание белка не снижает его биологическую ценность [8-10]. В связи с чем, представляются обоснованными технологические решения, включающие молочно-белковые компоненты и трансглутаминазу в функциональные пищевые формулы с целью повышения функциональности и обеспечения надлежащей текстуры.

С целью определения доз молочного белка и ферментного препарата, при которых качество йогурта удовлетворяло бы всему комплексу потребительских требований, были проведены исследования влияния концентрата молочного белка и трансглутаминазы на органолептические, структурно-механические характеристики (СМХ) и влагоудерживающую способность продукта.

В ходе эксперимента вырабатывали кисломолочный напиток йогурт с м.д.ж. 1% с КМБ, внесенным в различных дозах предварительно выбранного диапазона (1-5 % в целях нормализации общей м.д.белка в продукте от 4 до 7 %), ТГ (в дозах от 0,5 до 0,7 ед./г белка) и без них. При этом смесь сквашивали до pH 4,5-4,6, затем молочно-белковый сгусток перемешивали до полного разрушения структуры при охлаждении до (25±2)^{o}C, разливали в потребительскую упаковку и направляли в холодильную камеру для доохлаждения и хранения при (4±2)^{o}C в течение 18 часов с целью структурообразования. Затем проводили определения сдвиговых СМХ, влагоудерживающую способность образцов готового продукта. Параллельно на дегустациях оценивали их органолептические показатели по пятибальной шкале (таблица 1).

Для оценки внешнего вида, цвета, вкуса, запаха и консистенции была использована 5-ти балльная шкала, приведенная в таблице.

Таблица 1 - Шкала органолептической оценки кисломолочного напитка

Наименование показателя, характеристика			Скидка баллов (с максимальной оценки 5 баллов)
1 Цвет	характерный, молочно-белый, без пороков		0
	не характерный оттенок	слабо выражен	1, 2
		выражен	3
		сильно выражен	4
	не характерный цвет		5
2 Вкус, запах	кисломолочные выраженные, чистые		0
	не выраженные кисломолочные, пустой вкус		1
	посторонний привкус (в т.ч. мучнистый, меловой и т.д.)	слабо выражен	2
		выражен	3
		сильно выражен	4
	не характерный вкус		5
3 Кон-систенция, внешний вид (однородность, вязкость)	глянцевитая, однородная, без пороков		0
	отклонение по признаку «однородность»	слегка не однородная (наличие единичной крупитчатости)	1
		комковатая, рыхлая	2
		не однородная, крупитчатая	3, 4
	выражено не однородная (неприемлемая)		5
	вязкая, плотная		0
	отклонение по признаку «вязкость»	не достаточно вязкая, не достаточно плотная или излишне выражено вязкая, плотная	1
		не вязкая, не плотная или излишне вязкая, плотная	2
		жидкая или очень вязкая, очень плотная	3, 4
	жидкая с расслоением или грубая, кашеобразная (неприемлемый внешний вид)		5
Итого баллов по 4-м показателям:			20 (максимально)
Общая оценка (средняя):			5 (максимально)

Сдвиговые СМХ йогурта определяли методами ротационной вискозиметрии с применением вискозиметра Брукфильда (Brookfield Engineering Labs., Inc. модель DV-II+Pro, USA), с концентрическими цилиндрами (шпиндель SC4-21) при температуре (20±2)ºС.

Влагоудерживающую способность оценивали по динамике и объему выделяющейся сыворотки (V, об.%) при центрифугировании 10 мл разрушенного сгустка (при температуре 20ºС) в течение 25 мин с интервалом 5 мин при факторе разделения F = 1000.

Значения СМХ продукта увеличивались с ростом доз КМБ и ТГ. При выборе доз ограничивающими факторами являлись органолептические и экономические показатели.

Результаты органолептической оценки образцов йогурта с различными дозами концентрата молочного белка приведены на рисунке 1.

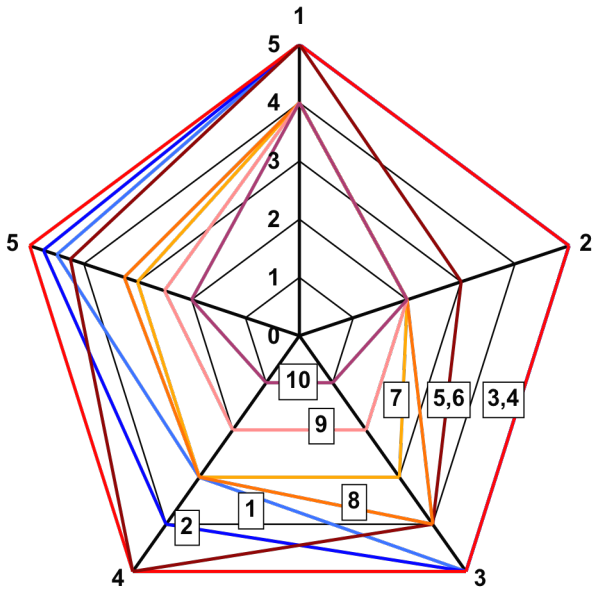

Рис. 1. Профилограмма органолептических показателей образцов йогурта, обогащенного молочным белком (КМБ), изготовленных с ТГ и без нее: 1 – контроль (без добавок); 2 – йогурт с м.д.белка 3,2% (контроль), с ТГ (0,6 ед./г белка); 3 – йогурт с м.д.белка 4% (1% КМБ); 4 - йогурт с м.д.белка 4%, с ТГ; 5 - йогурт с м.д.белка 5% (2,25% КМБ); 6 - йогурт с м.д.белка 5%, с ТГ; 7 – йогурт с м.д.белка 6% (3,5% КМБ); 8 - йогурт с м.д.белка 6%, с ТГ; 9 – йогурт с м.д.белка 7% (4,75% КМБ); 10 - йогурт с м.д.белка 7%, с ТГ. Оси: 1 – оценка цвета; 2 – оценка вкуса, запаха; 3, 4 – оценка внешнего вида и консистенции (3 - однородность, 4 – вязкость); 5 – общая органолептическая оценка.

Наилучшие оценки получили образцы йогурта с м.д. белка 4%. На основании полученных результатов определено наиболее приемлемое для обогащения белком йогурта количество КМБ 1-1,7% (в зависимости от массовой доли белка в молоке и КМБ) с целью получения м.д. общего белка в продукте 4%.

На рисунке 2 показаны результаты влагоудерживающей способности образцов йогурта, изготовленных с различными дозами КМБ (с ТГ и без нее) в зависимости от дозы фермента.

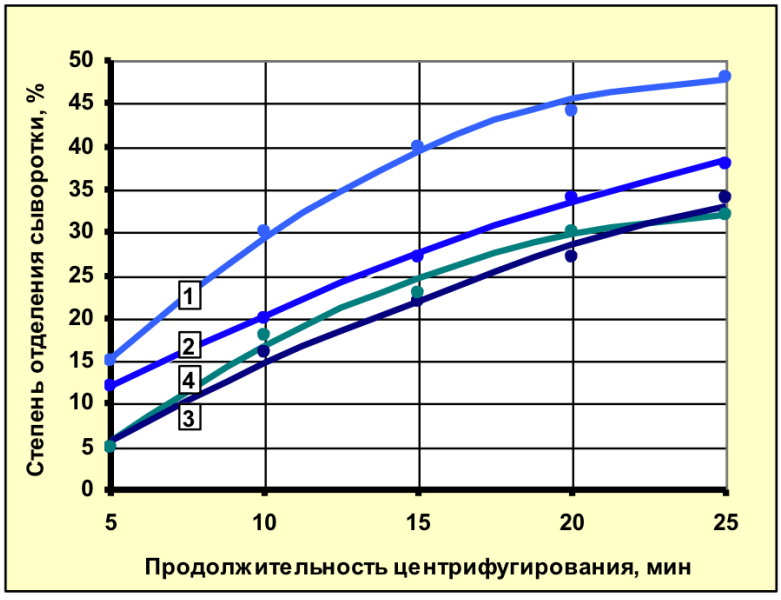

Рис. 2. Динамика отделения сыворотки при центрифугировании образцов йогурта обогащенного молочным белком (КМБ), изготовленных с ТГ и без нее: 1 – контроль (без ТГ); 2 – с 0,5 ед./г белка ТГ; 3 – с 0,6 ед./г белка ТГ, 4 – с 0,7 ед./г белка ТГ.

Таким образом, на основании полученных результатов определено наиболее приемлемое для обогащения белком йогурта пониженной жирности количество КМБ - 1-1,7% (в зависимости от массовой доли белка в молоке и КМБ) с целью получения м.д. общего белка в продукте 4%. При этом ТГ наиболее эффективно улучшала влагоудерживающую способность продукта (с м.д. белка 4%) в дозе 0,6 ед./г белка.

Исходя из полученных органолептических и структурно-механических показателей установлено, что ТГ в йогурте, обогащенном молочным белком (КМБ), целесообразно применять в дозах 0,5-0,6 ед./г белка, т.к. большие дозы приводят к появлению неоднородности.

Характеристика влагоудерживающей способности образцов йогурта обогащенного молочным белком, изготовленных с использованием различных доз ТГ, приведена на рисунке 2, из которого следует, что в присутствии ТГ и с увеличением ее дозы до 0,6 ед./г белка динамика отделения сыворотки снижается, судя по углу наклона кривых и количеству выделившейся в конце центрифугирования сыворотки. Дальнейшее увеличение дозы ТГ до 0,7 ед./г белка не приводит к улучшению этого показателя, по-видимому, вследствие появления неоднородности в консистенции продукта.

Список литературы

1. Просеков, А.Ю. Анализ состава и свойств белков молока с целью использования в различных отраслях пищевой промышленности / А.Ю.Просеков, М.Г.Курбанова//Техника и технология пищевых производств. 2009, №4. С.68-71.
2. Покровский, А.А. Биохимические обоснования разработки продуктов повышенной биологической ценности / А.А.Покровский // Вопросы питания. 1994, №1. С.1-3.
3. Банникова, А.В. Инновационный подход к созданию обогащенных молочных продуктов с повышенным содержанием белка / А.В.Банникова, И.А. Евдокимов. М.:ДеЛи плюс, 2015. 136 с.
4. Mulvihill, D. M. Caseins and caseinates: Manufacture / D.M.Mulvihill. - In P.F.Fox, (Ed) “Developments in Dairy Chemistry-4: Functional Milk Proteins”, London, UK: Elsevier Applied Science Publishers, 1989. p.97-130.
5. Храмцов, А.Г. Производство использование белков молочной сыворотки в лечебно-диетическом питании: обзорная информация / А.Г.Храмцов, Г.И.Молчанов, В.Е.Жидков, Л.В.Лунькова. М: АгроНИИТЭИПП. Сер. Молочная промышленность, 1993. 32 с.
6. Cayot, P. Structure-function relationships of whey proteins / P.Cayot, D.Lorient - In S.Damodaran & A.Paraf (Eds.) “Food proteins and their applications”. New York, USA: Marcel Dekker Inc., 1997. p.199-223.
7. Fox, P. F. The milk protein system. In “Developments in Dairy Chemistry – 4. Functional Milk Proteins” / P.F.Fox, (Ed.). London, UK: Elsevier Science Publishers Ltd., 1989. p.1-53.
8. De Souza, C.F.V. In vivo evaluation of cross-linked milk and wheat proteins mediated by microbial transglutaminase in white Wistar rats / C.F.V.De Souza, J.G.Venzka, S.H.Flôres, M.A.Z.Ayub // American Journal of Food Technology. 2009, №4(3). P.96-107.
9. Hultsch, C. Biodistribution and catabolism of 18 F-labelled isopeptide Ne-(c-glutamyl)-L-lysine / C.Hultsch, R.Bergmann, B.Pawelke, J.Pietzsch, F.Wuest, B.Johannsen, T.Henle // Amino Acids. 2005, №29. P.405-413.
10. Зобкова, З.С. Медико-биологическая оценка творога с трансглутаминазой / З.С.Зобкова, Т.П.Фурсова, Д.В.Зенина, А.Д.Гаврилина, И.Р.Шелагинова, Л.В.Федулова, Е.А.Котенкова // Молочная промышленность. 2016, №10. с.60-63.