



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 637.138

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.009

 EDN: HPYXGO

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ В СОСТАВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ УПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ МЕТАБОЛИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ

Алла Львовна Новокшанова ¹, Елена Михайловна Щетинина ²,
Анастасия Сергеевна Билялова ³

^{1, 2, 3} Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва, Россия

¹ novokshanova@ion.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5049-1472>

² schetinina2014@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3463-9502>

³ asbilyalova@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-1162-7015>

Аннотация. Одна из центральных медико-социальных проблем населения Российской Федерации – это рост числа людей с метаболическим синдромом. Ежегодный рост заболеваемости требует совершенствования подходов в диагностике, профилактике и особенно не медикаментозном лечении данного патологического состояния. Одним из вариантов может служить потребление специализированных пищевых продуктов на молочной основе. Современный рынок молочных продуктов диктует тенденции развития вектора продуктов специализированного назначения. Сегодня все чаще можно встретить молочные продукты, ориентированные на питание спортсменов или обогащенные теми или иными витаминами. Для категории лиц с метаболическим синдромом особый интерес представляют обезжиренные молочные продукты.

В статье описаны функциональные пищевые ингредиенты, которые могут представлять интерес в питании людей с метаболическим синдромом. Приведены результаты эксперимента по внесению данных ингредиентов в молочный продукт и оценке его органолептических характеристик. Подробно описано, какое влияние оказал каждый функциональный пищевой ингредиент на показатели внешнего вида, вкуса и запаха, цвета и консистенции продукта. Даны рекомендации о возможности использования функциональных пищевых ингредиентов при производстве молочных напитков для питания людей с метаболическим синдромом.

Ключевые слова: ожирение, метаболический синдром, обезжиренное молоко, функциональные пищевые ингредиенты, органолептические показатели.

Для цитирования: Новокшанова А. Л., Щетинина Е. М., Билялова А. С. Исследование возможности применения функциональных пищевых ингредиентов в составе молочных продуктов для употребления при метаболическом синдроме // Ползуновский вестник. 2024. № 2, С. 73–78. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.02.009. EDN: <https://elibrary.ru/HPYXGO>.

Original article

STUDY OF THE POSSIBILITY OF USING FUNCTIONAL FOOD INGREDIENTS IN DAIRY PRODUCTS FOR CONSUMPTION IN METABOLIC SYNDROME

Alla L. Novokshanova ¹, Elena M. Shchetinina ²,
Anastasia S. Bilyalova ³

^{1, 2, 3} Federal State Budgetary Institution of Science "Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology", Moscow, Russia

¹ novokshanova@ion.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5049-1472>

² schetinina2014@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3463-9502>

³ asbilyalova@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-1162-7015>

Abstract. *One of the central medical and social problems of the population of the Russian Federation is the growing number of people with metabolic syndrome. The annual increase in incidence requires improved approaches to diagnosis, prevention, and especially non-drug treatment of this pathological condition. One option may be the consumption of specialized dairy-based foods. The modern dairy products market dictates the development trends of the vector of specialized products. Today, you can increasingly find dairy products aimed at feeding athletes or enriched with certain vitamins. For the category of people with metabolic syndrome, low-fat dairy products are of particular interest.*

The article describes functional food ingredients that may be of interest in the nutrition of people with metabolic syndrome. The results of an experiment on adding these ingredients to a dairy product and assessing its organoleptic characteristics are presented. The impact each functional food ingredient had on the appearance, taste and smell, color and consistency of the product is described in detail. Recommendations are given on the possibility of using functional food ingredients in the production of dairy drinks for feeding people with metabolic syndrome.

Keywords: *obesity, metabolic syndrome, skim milk, functional food ingredients, organoleptic characteristics.*

For citation: Novokshanova, A.L., Shchetinina, E.M. & Bilyalova, A.S. (2024). Study of the possibility of using functional food ingredients in dairy products for use in metabolic syndrome. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 73-78. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.02.009. EDN: <https://elibrary.ru/NPYXGO>.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из центральных медико-социальных проблем населения Российской Федерации в настоящее время является рост числа людей с метаболическим синдромом. Метаболическим синдромом называется полиэтиологическое патологическое состояние, провоцирующее развитие многих заболеваний, являющихся основной причиной инвалидизации и высокой смертности населения на сегодняшний день. За последние годы учеными опубликованы тысячи статей, касающихся различных аспектов проявления и возможности решения проблем метаболического синдрома. Проблемы патогенеза, диагностики и лечения метаболического синдрома активно дискутируются и многими учеными ведутся активные поиски вариантов ре-

шения данной проблемы. Ежегодный рост заболеваемости требует совершенствования подходов в диагностике, профилактике и особенно немедикаментозном лечении данного патологического состояния. Одним из перспективных решений могут стать специализированные пищевые продукты на молочной основе.

Так как сегодня не существует лекарственного препарата, эффективного в лечении метаболического синдрома, то основной медико-биологической рекомендацией служит коррекция образа жизни больного в сторону повышения его физической активности и снижения калорийности рациона. Этих рекомендаций необходимо придерживаться постоянно, в связи с чем немедикаментозные меры имеют приоритетное значение для

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ В СОСТАВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ УПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ МЕТАБОЛИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ

улучшения качества жизни пациентов с метаболическим синдромом.

Современный рынок молочных продуктов должен соответствовать общему вектору пищевой промышленности – развитию производства продуктов специализированного назначения. Хорошим примером могут служить продукты, ориентированные на питание спортсменов, важнейшими ингредиентами в которых является молочное сырье [1]. Подобно продуктам для питания спортсменов, научный и практический интерес представляет разработка молочных продуктов для категории лиц с метаболическим синдромом. Это предположение опирается на многочисленные исследования в области клинической диетологии. Например, по данным метаанализа E. Amirani и соавторов [2], показано, что потребление сывороточных белков молока способствует значительному снижению уровня общего холестерина и липопротеинов низкой плотности. S.M. Ulven и соавторы [3] выявили значительный противовоспалительный эффект потребления молока или молочных продуктов как у здоровых, так и у лиц с метаболическими нарушениями. По данным R.C. Zapata и коллег [4], показано, что высокобелковая диета, содержащая молочную сыворотку, способствует снижению массы тела, а лактоферрин вызывает устойчивую потерю массы тела и жира, снижая уровень лептина и инсулина в плазме крови. Данные исследования подтверждают актуальность создания специализированных продуктов на молочной основе с целью их применения в диетотерапии у больных с метаболическим синдромом.

После медико-биологического обоснования в работе поставлена цель – исследовать органолептическую совместимость ингредиентов, необходимых для введения в молочный напиток, предназначенный для диетотерапии больных с метаболическим синдромом.

МЕТОДЫ

Сухое обезжиренное молоко восстанавливали при температуре (40 ± 2) °C, затем образцы пастеризовали при (95 ± 2) °C. Впоследствии пробы охлаждали и хранили при температуре комнатного холодильника (4 ± 2) °C. Данные образцы использовали как контрольные пробы. В опытные образцы до пастеризации вносили сухие функциональные пищевые ингредиенты.

При исследовании растворимости функциональных пищевых ингредиентов в восстановленном обезжиренном молоке применен

визуальный метод. О полной растворимости ингредиентов судили по исчезновению их кристаллов или осадка или по отсутствию каких-либо изменений внешнего вида и консистенции модельных систем.

Органолептические показатели образцов восстановленного обезжиренного молока с функциональными пищевыми ингредиентами анализировали балльным методом [5]. Для определения массовой доли белка в образцах использовали метод Кьельдаля [6], для определения массовой доли жира и сухих веществ – инструментальный экспресс-метод [7].

Все эксперименты были проведены на базе лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения исследований в качестве основы было взято сухое обезжиренное молоко, по физико-химическим показателям, соответствующее требованиям стандарта [8]. После восстановления сухого обезжиренного молока массовая доля белка в нем составила $(5,1\pm 0,09)$ %, жира – $(0,35\pm 0,05)$ %, лактозы – $(8,1\pm 0,1)$ %.

В ходе предварительно выполненного медико-биологического обоснования для данного этапа работы были выбраны три функциональных пищевых ингредиента, рекомендованные для введения в состав напитка: L-карнитин, кофермент Q и хром. Ингредиенты соответствовали требованиям, предъявляемым к данному сырью при использовании в специализированной пищевой продукции [9, 10].

Карнитин обладает свойствами витаминopodobного вещества [6]. В недавно опубликованных работах показан дозозависимый эффект L-карнитина для контроля гликемии у пациентов с сахарным диабетом второго типа [11, 12].

Кофермент Q необходим для функционирования тканей с высоким уровнем энергетического обмена.

Относительно добавок хрома имеются отдельные доказательства эффективности в улучшении показателей гликемии при метаболическом синдроме и сахарном диабете второго типа, вместе с тем остается открытым вопрос эффективности и безопасности [13].

При расчете количества вносимых функциональных пищевых ингредиентов учитывали, что минимальное их количество должно быть ограничено порогом в 15 % от адекватного уровня потребления, а максимальное

содержание – не должно превышать верхний допустимый уровень потребления [5]. Критерием оценки служила степень наблюдаемых органолептических изменений после внесения ингредиентов.

В таблице 1 представлены контрольные значения для выбранных функциональных пищевых ингредиентов, рекомендуемые для введения в состав разрабатываемого продукта, по данным нормативной документации [5].

Таблица 1 – Рекомендуемые уровни потребления функциональных пищевых ингредиентов [5]

Table 1 - Recommended consumption levels of functional food ingredients [5]

Пищевые и биологически активные компоненты пищи	Адекватный уровень потребления в сутки, г	Верхний допустимый уровень потребления в сутки, г
L-карнитин	0,30	0,90
Кофермент Q	0,03	0,10
Пиколинат хрома	0,05	0,25

Основными показателями органолептического анализа являлась оценка внешнего вида, вкуса и запаха, цвета и консистенции. Органолептические показатели модельных образцов восстановленного молока представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Органолептические показатели образцов восстановленного молока без добавленных ингредиентов

Table 2 - Organoleptic characteristics of samples of reconstituted milk without added ingredients

Наименование показателей	Характеристика
Внешний вид	Подвижная непрозрачная жидкость сливочно-кремового, желтоватого цвета, равномерного по всему объему
Консистенция	Однородная, питьевая
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Сливочно-кремовый, желтоватый, однородный по всему объему

Помимо органолептических показателей нового продукта важным технологическим параметром, особенно в случае производства молочных продуктов, является растворимость ингредиентов в основном сырье. Поскольку предполагаемые функциональные пищевые ингредиенты находились в сухом виде, то при общей органолептической экспертизе учитывали фактор их растворимости в восстановленном обезжиренном молоке.

Доля вносимого функционального пищевого ингредиента L-карнитина варьировалась от 10 (0,3 г) до 300 % (0,9 г) с шагом в 5 %. Независимо от дозы вносимого ингредиента изменений внешнего вида не отмечено. По органолептическим характеристикам напиток обладал молочным вкусом и запахом, однородная жидкость без хлопьев и осадка, белого цвета. Кроме того, функциональный пищевой ингредиент проявил отличную растворимость, что важно при промышленном производстве. Таким образом, установлено, что внесение L-карнитина не влияет на органолептические характеристики продукта.

Доля вносимого функционального пищевого ингредиента кофермента Q варьировалась от 10 (0,03г) до 300 % (0,09 г) с шагом в 5 %. По

органолептическим показателям вкуса и запаха никаких изменений при применении минимальной и максимальной дозировок не отмечено. Однако данный функциональный пищевой ингредиент даже при минимальных дозировках показал нежелательные отклонения в консистенции продукта за счет плохих показателей растворимости. Производитель отмечал, что кофермент Q фактически не растворим в воде, но при этом растворим в ряде органических соединений. Информации о растворимости в молочном сырье не было приведено.

После проведения исследований по возможности создания вариантов, при которых кофермент Q был полностью растворим в созданных модельных системах из восстановленного обезжиренного молока, положительные результаты не были достигнуты. Таким образом, можно сделать вывод о невозможности использования данного функционального пищевого ингредиента при производстве обезжиренных молочных продуктов.

Доля вносимого функционального пищевого ингредиента пиколината хрома варьировалась от 10 (0,05 г) до 300 % (1,5 г) с шагом в 5 %. По органолептическим показателям

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ В СОСТАВЕ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ УПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ МЕТАБОЛИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ

вкуса и запаха никаких изменений при применении минимальной и максимальной дозировок не отмечено. Пиколинат хрома также показал отрицательные результаты по растворимости в восстановленном обезжиренном молоке. Кристаллы соли седиментировались в виде небольшого количества осадка. Кроме того, данный функциональный пищевой ингредиент придавал молоку явно розовую окраску даже в случае применения минимальных дозировок. На основании этих наблюдений сделано заключение, что пиколинат Cr не подходит для дальнейших исследований в качестве ингредиента при формировании рецептуры и технологии обезжиренного молочного напитка.

Положительно проявившие себя образцы, а именно с использованием L-карнитина, были заложены на хранение при (4 ± 2) °C на 14 суток. При хранении опытные образцы по своим органолептическим и физико-химическим показателям соответствовали контрольным, что говорит о положительном результате и возможности проведения дальнейших исследований в данном направлении.

ВЫВОДЫ

Сегодня актуально стоит вопрос о расширении ассортимента специализированной продукции, которая будет иметь лечебно-профилактический профиль. С учетом роста числа граждан с метаболическим синдромом и уровня ежедневного употребления молочных продуктов в Российской Федерации создание специализированных молочных продуктов является актуальной. По результатам проведенных исследований доказано, что функциональный пищевой ингредиент L-карнитин, играющий важную роль в метаболизме человека, может быть использован в составе специализированной молочной продукции в рекомендуемых уровнях потребления, не оказывая негативного влияния на органолептические, физико-химические и технологические характеристики продукта.

Материал подготовлен в рамках государственного задания FGMF-2022-0002.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новокшанова А.Л. Молочные продукты улучшенной пищевой ценности: пути решения / А.Л. Новокшанова // Переработка молока. 2023. № 7 (285). С. 6–8.
2. Amirani E. [et al.]. Effects of whey protein on glycemic control and serum lipoproteins in patients with metabolic syndrome and related conditions: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Lipids in health and disease*, 2020, № 19, pp. 1–18. (In English). doi: 10.1186/s12944-020-01384-7.

3. Ulven S.M. [et al.]. Milk and dairy product consumption and inflammatory biomarkers: an updated systematic review of randomized clinical trials. *Advances in Nutrition*, 2019, № 10(2), pp. S239–S250 (In English). doi: 10.1093/advances/nmy072.

4. Zapata R.C. [et al.]. Whey protein components-lactalbumin and lactoferrin-improve energy balance and metabolism. *Scientific reports*, 2017, № 7, pp. 9917 (In English). doi: 10.1038/s41598-017-09781-2.

5. ГОСТ Р ИСО 22935-3-2011. Молоко и молочные продукты. Органолептический анализ. Часть 3. Руководство по оценке соответствия техническим условиям на продукцию для определения органолептических свойств путем подсчета баллов. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2012. 8 с.

6. ГОСТ Р 53951-2010 Продукты молочные, молочные составные и молокосодержащие. Определение массовой доли белка методом Кьельдаля М. : ФГУП «Стандартинформ», 2011. 12 с.

7. ГОСТ 32255-2013 Молоко и молочная продукция. Инструментальный экспресс-метод определения физико-химических показателей идентификации с применением инфракрасного анализатора. М. : Стандартинформ, 2014. 14 с.

8. ГОСТ 33629-2015 Консервы молочные. Молоко сухое. Технические условия. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2015. 10 с.

9. Технический регламент Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Утвержден решением Комиссии Таможенного союза № 880 от 9 декабря 2011 г.

10. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Утверждены решением Комиссии Таможенного союза № 299 от 28 мая 2010 г. (с изменениями на 10 ноября 2015 года).

11. Раджаббадиев Р.М. L-карнитин: свойства и перспективы применения в спортивной практике / Р.М. Раджаббадиев, М.М. Коростелева, В.С. Евстратова, Д.Б. Никитюк, Р.А. Ханферьян // Вопросы питания. 2015. Т. 84. № 3. С. 4–12.

12. Wang D.D., Mao Y.Z., He S.M., Yang Y. [et al.]. Quantitative efficacy of L-carnitine supplementation on glycemic control in type 2 diabetes mellitus patients. *Expert Rev. Clin. Pharmacol.* 2021 Jul; 14(7):919–926. doi: 10.1080/17512433.2021.1917381.

13. Maret W. Chromium Supplementation in Human Health, Metabolic Syndrome, and Diabetes. *Metabolic Life Sci.* 2019 Jan 14;19:books/9783110527872/9783110527872-015/9783110527872-015.xml. doi: 10.1515/9783110527872-015.

Информация об авторах

А. Л. Новокшанова – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

Е. М. Щетинина – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории пищевых биотехнологий и специализирован-

ных продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

А. С. Билялова – кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

REFERENCES

1. Novokshanova, A.L. (2023). Dairy products with improved nutritional value: solutions. Milk processing. 7 (285). 6-8. (In Russ.).

2. Amirani, E. [et al.]. (2020). Effects of whey protein on glycemic control and serum lipoproteins in patients with metabolic syndrome and related conditions: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. Lipids in health and disease. (19), 1-18. (In English). doi: 10.1186/s12944-020-01384-7.

3. Ulven, S.M. [et al.]. (2019). Milk and dairy product consumption and inflammatory biomarkers: an updated systematic review of randomized clinical trials. Advances in Nutrition, 10(2), S239-S250 (In English). doi: 10.1093/advances/nmy072.

4. Zapata, R.C. [et al.]. (2017). Whey protein components-lactalbumin and lactoferrin-improve energy balance and metabolism. Scientific reports, (7), 9917. (In English). doi: 10.1038/s41598-017-09781-2.

5. State Standard ISO 22935-3-2011. (2012). Milk and dairy products. Organoleptic analysis. Part 3. Guidelines for assessing compliance with product specifications for determining organoleptic properties by scoring. Moscow, Standartinform Publ., 8 p. (In Russ.).

6. State Standard 53951-2010 (2011). Dairy products, dairy products and milk-containing products. Determination of the mass fraction of protein by the Kjeldahl method. Moscow, Standartinform Publ., 12 p. (In Russ.).

7. State Standard 32255-2013 (2014). Milk and dairy products. Instrumental express method for determining physical and chemical indices of identification using an infrared analyzer. Moscow, Standartinform Publ., 14 p. (In Russ.).

8. GOST 33629-2015 (2015). Canned milk. Powdered milk. Technical conditions. M. : FSUE "Standartinform", 10 p.

9. Tekhnicheskiy reglament Tamozhennogo soyuza 021/2011 (2011). O bezopasnosti pishchevoy produktsii. [Technical Regulations of the Customs Union 021/2011 "On Food Safety"]. Approved by the decision of the Commission of the Customs Union. No. 880 dated December 9. (In Russ.).

10. Unified sanitary-epidemiological and hygienic requirements for products (goods) subject to sanitary-epidemiological supervision (control). (2010). Approved by decision of the Customs Union Commission. No. 299 of May 28, (as amended on November 10, 2015). (In Russ.).

11. Radzhabkadiev, R.M. [et al.]. (2015). L-carnitine: properties and perspectives for use in sports practice, Nutrition issues. 84(3), pp. 4-12. (In Russ.).

12. Wang, D.D., Mao, Y.Z., He, SM, Yang, Y. [et al.]. (2021). Quantitative efficacy of L-carnitine supplementation on glycemic control in type 2 diabetes mellitus patients. Expert Rev. Clin. Pharmacol. 14(7):919-926. doi: 10.1080/17512433.2021.1917381.

13. Maret, W. (2019). Chromium Supplementation in Human Health, Metabolic Syndrome, and Diabetes. Met lons Life Sci. Jan 14;19:/books/9783110527872/9783110527872-015/9783110527872-015.xml. doi: 10.1515/9783110527872-015.

Information about the authors

A.L. Novokshanova - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the Laboratory of Food Biotechnologies and Specialized Products of the Federal State Budgetary Institution of Science "Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology".

E.M. Shchetinina - Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Food Biotechnologies and Specialized Products of the Federal State Budgetary Institution of Education "Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology".

A.S. Bilyalova - Candidate of Technical Sciences, Researcher at the Laboratory of Food Biotechnologies and Specialized Products of the Federal State Budgetary Institution "Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology".

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 23 ноября 2023; одобрена после рецензирования 29 февраля 2024; принята к публикации 06 мая 2024.

The article was received by the editorial board on 23 Nov 2023; approved after editing on 29 Feb 2024; accepted for publication on 06 May 2024.