УДК 637.146.34

DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-4-3

Разработка йогурта питьевого, обогащенного магнием

М.И. Сложенкина^{1*}, И.Ф. Горлов¹, В.В. Крючкова¹, Д.С. Евлушин², С.А. Текучев²

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Российская Федерация, *e-mail: slozhenkina@mail.ru

²Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Ключевые слова:

йогурт;
цитрат магния;
обогащенный продукт;
качество;
суточная потребность

Реферат

Описан процесс разработки питьевого йогурта, обогащенного магнием. Для обогащения йогурта использован цитрат магния, полученный путем взаимодействия металлического магния в виде измельченной стружки толщиной около 1 мм массой частиц 0,1–0,5 г с 10 %-м водным раствором лимонной кислоты при постепенной дозировке стружки при температуре от 18 до 45 °С с контролем pH реакционной смеси в течение 3,5–4 ч до прекращения выделения водорода, отделения стружки и упаривания полученного раствора в течение 2–3 ч до сухого остатка и высушивания до постоянной массы. Йогурт производили по традиционной технологии. Дополнительно введен технологический этап обогащения йогурта цитратом магния – 550 мг на 100 г йогурта. Установлено, что вносимое в йогурт количество цитрата магния позволяет довести содержание магния до 63,5 мг/100 г. Проведены исследования органолептических, физико-химических и микробиологических показателей йогурта, обогащенного магнием после производства и через 5; 7 и 10 сут. хранения при температуре 4 ± 2 °С. Доказано, что введение цитрата магния не оказывает отрицательного влияния на качество и безопасность готового продукта. Согласно результатам проведенных исследований все показатели соответствуют требованиям ГОСТ 31981-2013 и Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции». Определены регламентируемые показатели качества, а также срок и режим хранения – 7 сут. при температуре 4 ± 2 °С. Показано, что рекомендуемая разовая порция йогурта обеспечивает не менее 16,0 % суточного потребления, а максимальное содержание магния в йогурте не превышает верхний безопасный уровень потребления.

Финансирование: Работа выполнена по гранту Президента РФ НШ-2542.2020.11.

Для цитирования: Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Крючкова В.В., Евлушин Д.С., Текучев С.А. Разработка йогурта питьевого, обогащенного магнием // Индустрия питания/Food Industry. 2020. Т. 5, № 4. С. 18–25. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-3

Дата поступления статьи: 29 июля 2020 г.

Development of Drinking Yoghurt Enriched in Magnesium

Marina I. Slozhenkina^{1*}, Ivan F. Gorlov¹, Vera V. Kryuchkova¹, Dmitry S. Evlushin², Semyon A. Tekuchev²

¹Volga Scientific-Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, Volgograd, Russian Federation, *e-mail: slozhenkina@mail.ru

²Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation

Keywords:

yogurt;
magnesium citrate;

Abstract

The article describes the process of developing drinking yogurt enriched with magnesium. To enrich yogurt the researchers used magnesium citrate, obtained by reacting magnesi-

*enriched product;
quality;
daily requirement*

um metal in the form of crushed chips with a thickness of about 1 mm and a particle mass of 0.1–0.5 g with a 10 % aqueous solution of citric acid at a gradual dosage of the chips at a temperature of 18 to 45 °C, with the pH of the reaction mixture controlled for 3.5-4 hours until the hydrogen release, chips separation and evaporation of the resulting solution for 2-3 hours to the dry residue and drying to a constant mass. A man produced yogurt using traditional technology. The authors added the technological stage of yogurt fortification with magnesium citrate – 550 mg per 100 g of yogurt. The magnesium citrate amount added to yogurt can bring the magnesium content to 63.5 mg/100 g. The researchers studied organoleptic, physical, chemical and microbiological parameters of yogurt enriched with magnesium after production and after 5, 7 and 10 days of storage at a temperature of 4 ± 2 °C. They proved that the magnesium citrate introduction did not adversely affect the quality and safety of the finished product. According to the results of the research, all indicators meet the requirements of the GOST 31981-2013 and the Technical regulations of the Customs Union "On the Safety of Milk and Dairy Products". A man defined regulated quality indicators, as well as the storage period and mode – 7 days at a temperature of 4 ± 2 °C. The recommended single serving of yogurt provides at least 16.0 % of the daily intake, and the maximum magnesium content in yogurt does not exceed the upper safe consumption level.

Funding: The work was carried out under the Grant of the President of the Russian Federation NSh-2542.2020.11.

For citation: Marina I. Slozhenkina, Ivan F. Gorlov, Vera V. Kryuchkova, Dmitry S. Evlushin, Semyon A. Tekuchev. Development of Drinking Yoghurt Enriched in Magnesium. *Индустрия питания*/Food Industry. 2020. Vol. 5, No. 4. Pp. 18–25. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-3

Paper submitted: July 29, 2020

Введение

У населения Российской Федерации отмечается полимикронутриентная (витамин D, витамины группы B, кальций, цинк, железо магний) всесезонная недостаточность, что, несомненно, требует нутриологической коррекции [1].

При коррекции дефицита пищевых веществ следует учитывать, что метаболические процессы микронутриентов в организме человека тесно взаимосвязаны, и превращение поступивших перорально витаминов в усвояемую форму протекает при участии ферментов, активность которых зависит от поступления в организм других витаминов, макро- и микроэлементов [2; 3]. Известно, что важным условием активности витамина D является наличие в организме человека минеральных веществ в гормонально-активной форме [4; 5]. В частности, для витамин-D-зависимого остеогенеза необходимы кальций, марганец, магний и другие минералы. Например, наличие магния в организме важно на стадии зависимого гидроксирования витамина D [6]; при недостатке магния наблюдается снижение содержания гидроксированных метаболитов витамина D [7]. Исследованиями [8] установлено, что дефицит магния наблюдается при ишемической болезни сердца (ИБС), гипертонии, сахарном диабете.

В России дефицит магния зарегистрирован у 47,8 % пациентов, поступающих в лечебно-про-

филактические учреждения [9]. Магний – необходимый для человека макроэлемент, участвующий в ряде ферментативных процессов в организме как антиоксидант, регулятор кислотности, стабилизатор; используется для лечения и профилактики нервных и сердечно-сосудистых заболеваний. Магний и лимонная кислота присутствуют в живых клетках как важный промежуточный продукт обмена [10; 11; 12]. В связи с вышеизложенным можно констатировать актуальность разработки пищевых продуктов, обогащенных магнием.

Кисломолочные продукты относятся к продуктам массового потребления; их обогащение, в частности йогурта, позволяет говорить о возможности ликвидировать дефицит микронутриентов в питании населения России [9]. Для увеличения содержания минеральных веществ в кисломолочных продуктах используют микронизацию минералов; образующиеся при этом ультрадисперсные частицы позволяют получать гомогенизированный продукт [13]. Обогащение пищевых продуктов магнием, наряду с кальцием, – важное направление коррекции питания населения в развитых странах [14].

В связи с вышеизложенным целью исследования являлась разработка питьевого йогурта, обогащенного магнием.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования послужили: молоко-сырье (ГОСТ Р 52054-2003); цитрат магния¹; питьевой йогурт, обогащенный магнием, и контрольный образец – йогурт питьевой (ГОСТ 31981-2013).

Для исследования применялись стандартные методы:

- определение массовой доли жира – по ГОСТ Р ИСО 2446-2011;
- определение белка методом Кьельдаля – по ГОСТ 34454-2018;
- органолептическая оценка – в соответствии с ГОСТ 31981-2013;
- кислотность – по ГОСТ 31976-2012;
- содержание магния и кальция – методом капиллярного электрофореза с использованием системы «Капель-105М»;
- количество молочнокислых микроорганизмов – по ГОСТ 33951-2016.

Йогурт производили с использованием смеси молочнокислых бактерий: *Str. Thermophilus* и *Lb. delbrueckii subsp. Bulgaricus* вязкого типа с пониженной тенденцией к синерезису в количестве 3,0–5,0 %, так как данный тип заквасок более предпочтителен для приготовления питьевых йогуртов. Обоснованием использования указанных заквасок послужили результаты исследований [15]; продолжительность закваски составляла 3,5 ч.

В качестве обогащающей добавки использован цитрат магния (Е 345), который обладает достаточной усвояемостью, нетоксичен, разрешен для применения в пищевом производстве. Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета программ Statistica 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Прежде всего, целесообразно дать характеристику способа получения цитрата магния, разработанного авторами.

Цитрат магния – $Mg_3(C_6H_5O_7)_2$ – магниевая соль 2-гидрокси-1, 2, 3-пропан-трикарбоновой кислоты представляет собой белый порошок, безопасный источник биодоступного магния. Обоснованием использования цитрата магния для обогащения йогурта являются его технологические свойства, подтвержденные при использовании в качестве обогатителя мясомолочных продуктов и кормовых добавок [16]; pH 1%-го

водного раствора цитрата магния – 6,5–8,0; хорошо растворяется в горячей воде.

Авторами проведены исследования и отработан способ получения цитрата магния путем взаимодействия металлического магния в виде измельченной стружки толщиной около 1 мм массой частиц 0,1–0,5 г с 20,0 %-м водным раствором лимонной кислоты по химической реакции:

при постепенной дозировке стружки при температуре от 18 до 45 °С с контролем pH реакционной смеси в течение 3,5–4 ч до прекращения выделения водорода. Затем, после выдержки в течение 30 мин, остатки непрореагировавшей стружки были отделены от полученного раствора (раствор декантирован). Раствор с pH 7–7,1 был упарен при температуре 100–105 °С в течение 2–3 ч до сухого остатка, высушен при температуре от 105 до 120 °С до постоянной массы. Получен готовый продукт – порошок насыпной массой 0,66 г/см³ и содержанием магния 13,8 %².

Йогурт служит основой для введения цитрата магния, так как из молочных продуктов магний усваивается на 90,0 %, а из остальной пищи – только на 30,0, ..., 35,0 %³. В качестве основного сырья предлагается использовать обезжиренное молоко, полученное при сепарировании цельного молока.

Йогурт производили по традиционной технологии. Дополнительно введен технологический этап «обогащение цитратом магния». Технологические этапы производства йогурта питьевого, обогащенного магнием, представлены на рис. 1.

В сквашенный йогурт при перемешивании вносим цитрат магния в количестве 550 мг на 100 г йогурта. Йогурт с внесенным цитратом магния охлаждали и фасовали в потребительскую тару.

Результаты оценки качества разработанного йогурта представлены в табл. 1 и 2, а также на рис. 2.

Анализ табл. 1 показал, что содержание магния в готовом йогурте составляет 63,5 мг/100 г продукта, или 16,0 % средней суточной нормы потребления (400 мг), в то время как контрольный образец восполняет потребность организма лишь на 2,5 %.

² Патент РФ 2691730 С1. Способ получения цитрата магния.

³ Патент РФ 2681291 С1. Способ производства кисломолочного продукта, обогащенного фитокомпонентами и пребиотиком / А.И. Клименко, В.В. Крючкова, П.В. Скрипин, О.В. Друкер, В.Ю. Контарева, И.Ф. Горлов, Н.И. Мосолова, С.Н. Белик, А.А. Мищенко; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет». Заявка: № 2017144164; заявлено: 15.12.2017; опубликовано: 05.03.2019.

¹ Патент РФ 2691730 С1. Способ получения цитрата магния / И.Ф. Горлов, И.М. Осадченко, М.И. Сложенкина, П.С. Андреев-Чадаев, Ю.В. Стародубова; заявитель и патентообладатель: ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (ГНУ НИИММП). Заявка: № 2019104133; заявлено: 14.02.2019; опубликовано: 18.06.2018.

Рис. 1. Технологические этапы производства йогурта питьевого, обогащенного магнием
Fig. 1. Technological Production Stages of Drinking Yogurt Enriched in Magnesium

Таблица 1. Результаты оценки качества контрольных и опытных образцов йогурта
Table 1. Quality Assessment Results of Control and Experimental Yogurt Samples

Показатель	Образцы		Норма по ГОСТ 31981-2013*
	Опытный	Контрольный	
Физико-химические показатели			
Массовая доля:			
жира, %	0,5	0,5	0,5....9,5
белка, %, не менее	3,2	3,2	3,2
Титруемая кислотность, °Т	87	87	75–140
Фосфатаза	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует
Минеральный состав, мг/100 г			
Содержание магния, мг/100 г	63,5	10,0	Не регламентируется
Содержание кальция, мг/100г	100,0	100,0	Не регламентируется

Примечание. * ГОСТ 31981-2013. Йогурты. Общие технические условия.

Установлено, что цитрат магния не оказывает отрицательного влияния на физико-химические свойства питьевого йогурта, и они соответствуют требованиям ГОСТ 31981-2013 «Йогурты. Общие технические условия».

Органолептическая оценка йогурта включала в себя определение внешнего вида и консистенции, цвета, вкуса и запаха в соответствии с требованиями ГОСТ 31981-2013. Профилограмма результатов органолептического анализа представлена на рис. 2.

Органолептические показатели обогащенного йогурта незначительно уступают контрольному образцу по внешнему виду и консистенции. Органолептические показатели йогурта питье-

Рис. 2. Профилограмма органолептического анализа йогурта
Fig. 2. Organoleptic Analysis Profilogram of Yogurt

вого представлены в табл. 2. Анализ позволил установить, что цитрат магния влияет на органолептические показатели. Так, во внешнем виде и в консистенции можно наблюдать вкрапления нерастворимых частиц белого цвета, что обусловлено внесением цитрата магния, но это не является нарушением ГОСТ 31981-2013 «Йогурты. Общие технические условия».

Были проведены исследования органолептических, физико-химических и микробиологических показателей йогурта, обогащенного магнием через 5, 7 и 10 сут. хранения при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$ с учетом коэффициента резерва для скоропортящихся продуктов, равного 1,5, согласно Методическим указаниям 4.2.1847-04 «Санитар-

но-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов»¹.

На основании результатов проведенных исследований установлено, что все показатели соответствуют ГОСТ 31981-2013 и требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013). Определены регламентируемые показатели качества (табл. 3), а также срок и режим хранения – 7 сут. при температуре $4 \pm 2^\circ\text{C}$.

¹ МУК 4.2.1847-04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов. Дата введения: 2004-06-20.

Таблица 2. Органолептические показатели йогурта питьевого
Table 2. Organoleptic Parameters of Drinking Yogurt

Показатель	Образцы		Норма по ГОСТ 31981-2013
	Опытный	Контрольный	
Внешний вид и консистенция	Консистенция однородная с нарушенным сгустком, в меру вязкая, с характерными мелкими включениями нерастворенных частиц цитрата магния	Консистенция однородная с нарушенным сгустком, в меру вязкая	Однородная, с нарушенным сгустком при резервуарном способе производства, в меру вязкая. Допускается наличие включений нерастворимых частиц, характерных для внесенных компонентов
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, с незначительным привкусом цитрата магния, без посторонних запахов	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов, с соответствующим вкусом и ароматом внесенных компонентов
Цвет	Молочно-белый, однородный, с вкраплениями нерастворимых частиц белого цвета, обусловленного внесением цитрата магния	Молочно-белый, однородный, равномерный по всей массе	Молочно-белый или обусловленный цветом внесенных компонентов, однородный или с вкраплениями нерастворимых частиц

Таблица 3. Регламентируемые показатели качества йогурта питьевого, обогащенного магнием
Table 3. Regulated Quality Indicators of Drinking Yogurt Enriched in Magnesium

Показатель	Норма по ГОСТ 31981-2013
Внешний вид и консистенция	Консистенция однородная с нарушенным сгустком, в меру вязкая, с характерными мелкими включениями нерастворенных частиц цитрата магния
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, с незначительным привкусом цитрата магния, без посторонних запахов
Цвет	Молочно-белый, однородный, с вкраплениями нерастворимых частиц белого цвета, обусловленного внесением цитрата магния
Массовая доля: жира, % белка, %, не менее:	0,5 ... 9,5 3,2
Титруемая кислотность, °Т	75–140
Фосфатаза	Отсутствует
Количество молочнокислых организмов, КОЕ/г, не менее	107
Содержание магния, мг/100 г	60–65

При употреблении 100 г (суточная порция) продукта обеспечивается 16,0 % суточной потребности взрослого человека в магнии.

Заключение

Разработан йогурт, обогащенный цитратом магния (Е 345). Установлено, что количество цитрата магния, вносимое в рецептуру (550 мг на 100 г йогурта), позволяет получить продукт

с содержанием магния 63,5 мг/100 г. Определены регламентируемые показатели, а именно срок и режим хранения готового продукта – 7 сут. при температуре 4 ± 2 °С.

Рекомендуемая разовая порция обеспечивает не менее 16,0 % суточного потребления; максимальное содержание магния в йогурте не превышает верхний безопасный уровень потребления.

Библиографический список

1. Коденцова В.М., Рисник Д.В. Витаминно-минеральные комплексы для коррекции множественного микронутриентного дефицита // Медицинский совет. Практика. 2020. № 11. С. 192–200. DOI: 10.21518/2079-701X-2020-11-192-200.
2. Kennedy, D.O. B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy – a Review. *Nutrients*. 2016. Vol. 8, No. 2. Article Number: 68. DOI: 10.3390/nu8020068.
3. Moretti, R.; Peinkhofer, C. B Vitamins and Fatty Acids: What Do They Share with Small Vessel Disease-Related Dementia? *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. Vol. 20, No. 22. Article Number: 5797. DOI: 10.3390/ijms20225797.
4. Wacker, M.; Holick, M.F. Vitamin D – Effects on Skeletal and Extraskeletal Health and the Need for Supplementation. *Nutrients*. 2013. Vol. 5, No. 1. Pp. 111–148. DOI: 10.3390/nu5010111.
5. Спиричев В.Б. О биологических эффектах витамина D // Педиатрия. 2011. Т. 90, № 6. С. 113–119.
6. Dai, Q.; Zhu, X.; Manson, J.E.; Song, Y.; Li, X.; Franke, A.A., et al. Magnesium Status and Supplementation Influence Vitamin D Status and Metabolism: Results from a Randomized Trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2018. Vol. 108, No. 6. Pp. 1249–1258. DOI: 10.1093/ajcn/nqy274.
7. Reddy, P.; Edwards, L.R. Magnesium Supplementation in Vitamin D Deficiency. *Am J Ther*. 2019. Vol. 26, Iss. 1. Pp. e124–e132. DOI: 10.1097/MJT.0000000000000538.
8. Трисветова Е.Л. Дефицит магния и сердечно-сосудистые заболевания: время действовать // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2014. Т. 10, № 1. С. 99–105.
9. Громова О.А., Торшин И.Ю., Рудаков К.В., и др. Недостаточность магния – достоверный фактор риска коморбидных состояний: результаты крупномасштабного скрининга магниевого статуса в регионах России // Фарматека. 2013. № 6. С. 16–28.
10. Громова О.А., Калачёва А.Г., Торшин И.Ю., Грустливая У.Е., Прокурова Н.В., Егорова Е.Ю., Гришина Т.Р., Суханова Т.Ю., Белинская А.Ю. О диагностике дефицита магния. Ч. 1 // Архив внутренней медицины. 2014. № 2. С. 5–11.
11. İlyasoğlu, H.; Yilmaz, F. Characterisation of Yoghurt Enriched with Polyunsaturated Fatty Acids by Using Walnut Slurry. *International Journal of Dairy Technology*. 2019. Vol. 72, Iss. 1. Pp. 110–119. DOI: 10.1111/1471-0307.12565.
12. Souza, T.S.P.; Luna, A.S.; Barros, D.B., et al. Yogurt and Whey Beverages Available in Brazilian Market: Mineral and Trace Contents, Daily Intake and Statistical Differentiation. *Food Research International*. 2019. Vol. 119. Pp. 709–714. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.10.050.

Bibliography

1. Kodencova, V.M.; Risnik, D.V. Vitaminno-Mineral'nye Kompleksy dlya Korrektsii Mnozhestvennogo Mikronutrientnogo Defitsita [Vitamin and Mineral Complexes for the Correction of Multiple Micronutrient Deficiency]. *Meditsinskii Sovet. Praktika*. 2020. No. 11. Pp. 192–200. DOI: 10.21518/2079-701X-2020-11-192-200.
2. Kennedy, D.O. B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy – a Review. *Nutrients*. 2016. Vol. 8, No. 2. Article Number: 68. DOI: 10.3390/nu8020068.
3. Moretti, R.; Peinkhofer, C. B Vitamins and Fatty Acids: What Do They Share with Small Vessel Disease-Related Dementia? *International Journal of Molecular Sciences*. 2019. Vol. 20, No. 22. Article Number: 5797. DOI: 10.3390/ijms20225797.
4. Wacker, M.; Holick, M.F. Vitamin D – Effects on Skeletal and Extraskeletal Health and the Need for Supplementation. *Nutrients*. 2013. Vol. 5, No. 1. Pp. 111–148. DOI: 10.3390/nu5010111.
5. Spirichev, V.B. O Biologicheskikh Effektah Vitamina D [On the Biological Effects of Vitamin D]. *Pediatrics*. 2011. Vol. 90, No. 6. Pp. 113–119.
6. Dai, Q.; Zhu, X.; Manson, J.E.; Song, Y.; Li, X.; Franke, A.A., et al. Magnesium Status and Supplementation Influence Vitamin D Status and Metabolism: Results from a Randomized Trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2018. Vol. 108, No. 6. Pp. 1249–1258. DOI: 10.1093/ajcn/nqy274.
7. Reddy, P.; Edwards, L.R. Magnesium Supplementation in Vitamin D Deficiency. *Am J Ther*. 2019. Vol. 26, Iss. 1. Pp. e124–e132. DOI: 10.1097/MJT.0000000000000538.
8. Trisvetova, E.L. Deficit Magniya i Serdechno-Sosudistye Zabolevaniya: Vremya Deystvoval' [Magnesium Deficiency and Cardiovascular Disease: It Is Time to Act]. *Ratsional'naya Farmakoterapiya v Kardiologii*. 2014. Vol. 10, No. 1. Pp. 99–105.
9. Gromova, O.A.; Torshin, I.Yu.; Rudakov, K.V. i dr. Nedostatochnost' Magniya – Dostovernyy Faktor Riska Komorbidnyh Sostoyanii: Rezul'taty Krupnomasshtabnogo Skrininga Magnievogo Statusa v Regionah Rossii [Magnesium Deficiency is a Significant Risk Factor for Comorbid Conditions: Results of Large-Scale Screening of Magnesium Status in Russian Regions]. *Farmateka*. 2013. No. 6. Pp. 16–28.
10. Gromova, O.A.; Kalachoeva, A.G.; Torshin, I.Yu.; Grustlivaya, U.E.; Prozorova, N.V.; Egorova, E.Yu.; Grishina, T.R.; Suhanova, T.Yu.; Belinskaya, A.Yu. O Diagnostike Defitsita Magniya [On the Diagnosis of Magnesium Deficiency]. Ch. 1. *Arhiv Vnutrennej Mediciny*. 2014. No. 2. Pp. 5–11.
11. İlyasoğlu, H.; Yilmaz, F. Characterisation of Yoghurt Enriched with Polyunsaturated Fatty Acids by Using Walnut Slurry. *International Journal of Dairy Technology*. 2019. Vol. 72, Iss. 1. Pp. 110–119. DOI: 10.1111/1471-0307.12565.

13. Hanson, A.L.; Metzger, L.E. Evaluation of Increased Vitamin D Fortification in Hightemperature, Short-Time-Processed 2 % Milk, UHT-Processed 2 % Fat Chocolate Milk, and Low-Fat Strawberry Yogurt. *Journal of Dairy Science*. 2010. Vol. 93, Iss. 2. Pp. 801–807. DOI: 10.3168/jds.2009-2694.
14. Upreti, P.; Mistry, V.; Warthesen, J. Estimation and Fortification of Vitamin D3 in Pasteurized Process Cheese. *Journal of Dairy Science*. Vol. 85, Iss. 12. 2002. Pp. 3173–3181. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74405-6.
15. Скриплева Е.А., Арсеньева Т.П. Подбор закваски для йогурта, обогащенного селеном в легкоусвояемой форме // Известия вузов. Пищевая технология. 2015. № 2–3. С. 46–50.
16. Горлов И.Ф., Душелюбова А.В., Злобина Е.Ю., Карпенко Е.В., Сложенкина М.И., Мосолова Н.И. Разработка рецептуры и оценка функционально-технологических свойств йогурта «Айвенго» // Аграрно-пищевые инновации. 2018. № 3 (3). С. 91–95. DOI: 10.31208/2618-7353-2018-1-3-91-95.
12. Souza, T.S.P.; Luna, A.S.; Barros, D.B., et al. Yogurt and Whey Beverages Available in Brazilian Market: Mineral and Trace Contents, Daily Intake and Statistical Differentiation. *Food Research International*. 2019. Vol. 119. Pp. 709–714. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.10.050.
13. Hanson, A.L.; Metzger, L.E. Evaluation of Increased Vitamin D Fortification in Hightemperature, Short-Time-Processed 2 % Milk, UHT-Processed 2 % Fat Chocolate Milk, and Low-Fat Strawberry Yogurt. *Journal of Dairy Science*. 2010. Vol. 93, Iss. 2. Pp. 801–807. DOI: 10.3168/jds.2009-2694.
14. Upreti, P.; Mistry, V.; Warthesen, J. Estimation and Fortification of Vitamin D3 in Pasteurized Process Cheese. *Journal of Dairy Science*. Vol. 85, Iss. 12. 2002. Pp. 3173–3181. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74405-6.
15. Skripileva, E.A.; Arsenjeva, T.P. Podbor Zakvaski dlya Iogurta, Obogashchennogo Selenom v Legkousvoyaemoi Forme [Selection of Sourdough for Yogurt Enriched with Selenium in an easily Digestible Form Shape]. *Izvestiya Vuzov. Pishchevaya Tekhnologiya*. 2015. No. 2–3. Pp. 46–50.
16. Gorlov, I.F.; Dushelyubova, A.V.; Zlobina, E.YU.; Karpenko, E.V.; Slozhenkina, M.I.; Mosolova, N.I. Razrabotka Receptury i Ocenka Funkcional'no-Tekhnologicheskikh Svoistv Iogurta «Aivengo» [Recipe Development and Assessment of Functional and Technological Properties of Yogurt "Ivanhoe"]. *Agrarno-Pishchevye Innovacii*. 2018. No. 3 (3). Pp. 91–95. DOI: 10.31208/2618-7353-2018-1-3-91-95.

Информация об авторах / Information about Authors

**Сложенкина
Марина Ивановна**

Slozhenkina,
Marina Ivanovna

Тел./Phone: +7 (8442) 39-10-48
E-mail: slozhenkina@mail.ru

*Член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор, директор Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции
400131, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Science, Professor, Director
Volga Scientific-Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products
400131, Russian Federation, Volgograd, Rokossovsky St., 6
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>*

**Горлов
Иван Федорович**

Gorlov,
Ivan Fedorovich

Тел./Phone: +7 (8442) 39-10-48
E-mail: niimpp@mail.ru

*Академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, научный руководитель Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции
400131, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6
Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Science, Professor, Scientific Director
Volga Scientific-Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products
400131, Russian Federation, Volgograd, Rokossovsky St., 6
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>*

**Крючкова
Вера Васильевна**

Kryuchkova,
Vera Vasilievna

Тел./Phone: +7 (8442) 39-10-48

E-mail: niimmp@mail.ru

*Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник
Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки
мясомолочной продукции*

400131, Российская Федерация, г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6

*Doctor of Technical Science, Professor, Chief Scientist Researcher
Volga Scientific-Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy
Products*

400131, Russian Federation, Volgograd, Rokossovsky St., 6

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2058-2370>

**Евлушин
Дмитрий Сергеевич**

Evlushin,
Dmitry Sergeevich

Тел./Phone: +7 (8442) 39-10-48

E-mail: niimmp@mail.ru

Магистрант

Волгоградский государственный технический университет

400066, Российская Федерация, г. Волгоград, просп. имени В.И. Ленина, 28

*Master Degree Student
Volgograd State Technical University*

400066, Russian Federation, Volgograd, Lenin Ave., 28

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2221-0706>

**Текучев
Семен Алексеевич**

Tekuchev,
Semyon Alekseevich

Тел./Phone: +7 (8442) 39-10-48

E-mail: niimmp@mail.ru

Магистрант

Волгоградский государственный технический университет

400066, Российская Федерация, г. Волгоград, просп. имени В.И. Ленина, 28

*Master Degree Student
Volgograd State Technical University*

400066, Russian Federation, Volgograd, Lenin Ave., 28

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7993-3561>